

**SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN
BATCH ARRIVAL
(STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP
DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)**

SKRIPSI

Oleh:

**MUHAMMAD NUR DZAKKI
175090520111001**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**





**SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN
BATCH ARRIVAL
(STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP
DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika
dalam bidang Statistika

Oleh:

**MUHAMMAD NUR DZAKKI
175090520111001**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2021





LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN BATCH ARRIVAL

(STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP
DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)

Oleh:

MUHAMMAD NUR DZAKKI

175090520111001

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 1 Juli 2021
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika

Dosen Pembimbing



Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIP. 197603281999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Brawijaya



Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIP. 197603281999032001





LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Nur Dzakki

NIM : 175090520111001

Jurusan : Statistika

Judul Skripsi :

**SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN
BATCH ARRIVAL**

**(STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP
DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 13 Juni 2021

Yang menyatakan



Muhammad Nur Dzakki

NIM. 175090520111001



**SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN
BATCH ARRIVAL
(STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP
DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah aplikasi simulasi sistem antrean yang bisa digunakan mulai dari mengidentifikasi sebaran waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan hingga mendapatkan karakteristik sistem antrean pada antrean pelayanan pencetakan E-KTP di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kabupaten Sambas. Sistem antrean yang diterapkan di Disdukcapil Kabupaten Sambas adalah sistem antrean multi-fase yang terdiri dari 2 fase dengan pola kedatangan berkelompok. Dengan aplikasi simulasi sistem antrean yang dibuat menggunakan perangkat lunak RStudio dan RShiny sebagai antarmuka pengguna, dapat diketahui waktu antar kedatangan menyebar eksponensial, sementara itu waktu pelayanan baik di fase 1 maupun di fase 2 menyebar lognormal. Setelah dilakukan simulasi didapat persentase pemanfaatan pelayanan pada fase 1 adalah 21,62% dan pada fase 2 adalah 96,99%. Rata-rata banyak masyarakat pada antrean fase 1 adalah 0-1 orang dan pada fase 2 adalah 3-4 resi. Rata-rata banyak masyarakat pada sistem fase 1 adalah 0-1 orang dan pada fase 2 adalah 6-7 resi. Rata-rata waktu mengantre pada fase 1 adalah 3 detik dan pada fase 2 adalah 9 menit 14 detik. Rata-rata waktu masyarakat berada pada sistem di fase 1 adalah 16 detik dan pada fase 2 adalah 17 menit 5 detik. Terdapat jeda antara fase 1 dan fase 2, rata-rata jumlah resi pada jeda tersebut adalah 1-2 resi dengan rata-rata waktu menunggu selama 4 menit 33 detik.

Kata Kunci : Disdukcapil, Multi-fase, Simulasi, Sistem Antrean



SIMULATION OF MULTI-PHASE QUEUEING SYSTEM WITH BATCH ARRIVAL (STUDY: E-KTP PRINTING SERVICES AT DISDUKCAPIL OF SAMBAS DISTRICT)

ABSTRACT

This study aims to create an application of queuing system simulation that can be used starting from identifying the distribution of time between arrivals and service times to getting the characteristics of the queuing system in the E-KTP printing service queue at the Population and Civil Registration Service (Disdukcapil) of Sambas Regency. The queuing system applied in the Disdukcapil of Sambas Regency is a multi-phase queuing system consisting of 2 phases with batch arrival. With the application of queuing system simulation that made using RStudio and RShiny software as user interfaces, it can be seen that the time between arrivals spreads exponentially, meanwhile the service time in both phase 1 and phase 2 spreads lognormally. After the simulation, the percentage of service utilization in phase 1 is 21.62% and in phase 2 is 96.99%. The average number of people in the queue for phase 1 is 0-1 people and in phase 2 is 3-4 receipts. The average number of people in the phase 1 system is 0-1 people and in phase 2 is 6-7 receipts. The average queue time in phase 1 is 3 seconds and in phase 2 is 9 minutes 14 seconds. The average time people are in the system in phase 1 is 16 seconds and in phase 2 is 17 minutes 5 seconds. There is a lag between phase 1 and phase 2, the average number of receipts in that pause is 1-2 receipts with an average waiting time of 4 minutes 33 seconds.

Keywords: Disdukcapil, Multi-phase, Simulation, Queue System



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, segala puji hanyalah milik Allah Subhanahu Wata’ala, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **“SIMULASI SISTEM ANTREAN MULTI-FASE DENGAN BATCH ARRIVAL (STUDI: PELAYANAN PENCETAKAN E-KTP DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS)”**. Pada penelitian ini, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Rahma Fitriani, S.Si., Msc., Ph.D. selaku dosen pembimbing serta ketua Jurusan Statistika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas waktu, sara, arahan, nasihat yang telah diberikan pada penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Heni Kusdarwati, M.S selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Ir. Solimun, M.S. selaku dosen penguji II atas saran dan bimbingan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Achmad Efendi, S.Si., M.Sc., PhD. selaku ketua Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya .
4. Kedua orang tua yang telah mebesarkan dan mendidik kami, Ibu yang hingga saat ini selalu mendukung kami untuk menyelesaikan masa studi dan ayah yang telah mendahului pulang keabadian, Terimakasih atas jasa kalian yang tak mungkin bisa terbalaskan.
5. Kedua adik ku yang selalu membantu dan menghibur di sela kepenatan mengerjakan skripsi. Muhammad Nur Dzakwan dan Muhammad Nur Arifin, berprestasilah dan banggakan umak dan abang.
6. Seluruh jajaran dosen dan karyawan Jurusan Statistika Universitas Brawijaya yang telah membantu pelaksanaan skripsi.
7. Pimpinan Disdukcapil Kabupaten Sambas beserta jajaran yang telah memberi izin penelitian dan seluruh pegawai serta mahasiswa magang yang sudah banyak membantu selama penelitian.

8. Rekan seperantauan, Bang Aris, Pak Cik Aswan, Mok Jiden, Norman, Ikilil dan kawan-kawan yang menjadi tempat berbagi suka duka yang sudah seperti keluarga serta kawan-kawan IKAMAS yang telah menghadirkan suasana kampung halaman di perantauan.
9. Teman-teman HIMAMASTA, Studio Statistika, UAKI UB dan UMAR yang telah banyak memberi pengalaman berorganisasi di kampus.
10. Teman teman seperjuangan Statistika 2017 yang saling membantu dan memotivasi serta menyemangati dalam pengerjaan skripsi.
11. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk penulisan yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat berguna dan menjadi pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Malang, 13 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Antrean	5
2.1.1 Struktur Sistem Antrean	5
2.1.2 Jenis-Jenis Sistem Antrean	8
2.1.3 Model Sistem Antrean dengan Notasi Kendall	10
2.2 Sebaran Eksponensial dan Sebaran Lognormal	10
2.3 Pendugaan Parameter	16
2.4 Uji <i>Levene</i>	19



2.5	Uji <i>Goodness-of-fit</i>	20
2.6	Simulasi Sistem Antrean.....	21
2.6.1	Metode Simulasi	21
2.6.2	Simulasi Sistem Antrean.....	21
2.6.3	Ukuran Efektifitas Sistem Antrean	22
2.7	Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sambas	25
2.7.1	Jenis Pelayanan.....	25
2.7.2	Alur Pelayanan	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Data Penelitian.....	29
3.2	Metode Analisis Data	29
3.3	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Gambaran Sistem.....	35
4.2	Analisis Deskriptif.....	35
4.2.1	Jumlah Kedatangan Masyarakat	35
4.2.2	Rata-Rata Waktu Antar Kedatangan	36
4.2.3	Rata-Rata Waktu Pelayanan Fase Pertama	36
4.2.4	Waktu Pelayanan Fase Kedua.....	37
4.3	Pengujian Homogenitas Data Waktu Antar Kedatangan	38
4.4	Aplikasi RShiny.....	39
4.4.1	Halaman Input Data.....	39
4.4.2	Halaman Ringkasan Data.....	41
4.4.3	Halaman Uji Sebaran	41
4.4.4	Halaman Pendugaan Parameter	42



4.4.5	Halaman Simulasi.....	42
4.4.6	Halaman Karakteristik Sistem Antrean.....	45
4.5	Pengujian Sebaran Data.....	45
4.5.1	Sebaran Waktu Antar Kedatangan.....	45
4.5.2	Sebaran Waktu Pelayanan Fase Pertama	46
4.5.3	Sebaran Waktu Pelayanan Fase Kedua	46
4.6	Pendugaan Parameter Sebaran.....	47
4.7	Simulasi Antrean	48
4.8	Karakteristik Sistem Antrean.....	48
BAB V PENUTUP.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		57



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1. Simbol Pengganti Notasi Kendall	10
Tabel 2. 2. Hasil Uji <i>Levene</i>	19
Tabel 4. 1. Hasil Uji <i>Levene</i> Waktu Antar Kedatangan	38
Tabel 4. 2. <i>P-value</i> Sebaran Waktu Antar Kedatangan	46
Tabel 4. 3. <i>P-value</i> Sebaran Waktu Pelayanan Fase 1	46
Tabel 4. 4. <i>P-value</i> Sebaran Waktu Pelayanan Fase 2	47
Tabel 4. 5. Hasil Pendugaan Parameter	47



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1. Model Antrian <i>Single Channel-Single Phase</i>	8
Gambar 2. 2. Model antrian <i>Multichannel-Single Phase</i>	8
Gambar 2. 3. Model Sistem Antrean <i>Single Channel-Multiphase</i>	9
Gambar 2. 4. Model Sistem Antrean <i>Multichannel-Multiphase</i>	9
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)	34
Gambar 4.1. Jumlah Kedatangan Masyarakat Penerima Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas	35
Gambar 4.2. Waktu Antar Kedatangan Masyarakat Penerima Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas	36
Gambar 4.3. Waktu Pelayanan Fase Pertama Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas	37
Gambar 4.4. Waktu Pelayanan Fase Kedua Pelayanan Pencetakan E- KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas	37
Gambar 4.5. Halaman Input Data Sebelum Data Terinput.....	39
Gambar 4.6. Halaman Input Data Setelah Data Terinput	40
Gambar 4.7. Halaman Ringkasan Data	41
Gambar 4.8. Halaman Uji Sebaran	41
Gambar 4.9. Halaman Pendugaan Parameter	42
Gambar 4.10. Halaman Simulasi Sebelum Dilakukan Simulasi Sistem Antrean.....	43
Gambar 4.11. Tampilan Tabel Hasil Simulasi	44
Gambar 4.12. Tampilan Tombol “Unduh Tabel”.....	44
Gambar 4.13. Halaman Karakteristik Sistem Antrean	45
Gambar 4.14. Gambaran Karakteristik Fase 1	51
Gambar 4.15. Gambar Karakteristik Fase 2	51



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Data Pengamatan Waktu Antar Kedatangan di Disdukcapil Kabupaten Sambas	57
Lampiran 2.	Data Pengamatan Waktu Pelayanan Fase 1 di Disdukcapil Kabupaten Sambas	57
Lampiran 3.	Data Pengamatan Waktu Pelayanan Fase 2 di Disdukcapil Kabupaten Sambas	59
Lampiran 4.	Output Pengujian Homogenitas Waktu Antar Kedatangan di Disdukcapil Kabupaten Sambas.....	60
Lampiran 5.	Panduan Penggunaan Aplikasi Simulasi Sistem Antrean	61
Lampiran 6.	Algoritma Program Simulasi.....	71
Lampiran 7.	Kodingan Lengkap Program Simulasi Sistem Antrean	74
Lampiran 8.	Tabel Hasil Simulasi Antrean.....	97
Lampiran 9.	Tabel Hasil Simulasi Antrean (Lanjutan)	113



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset operasi adalah metode yang digunakan untuk menghadapi masalah pengalokasian sumberdaya yang langka dan terbatas untuk mengarahkan serta mengendalikan suatu kegiatan agar dapat berjalan dengan optimal (Syaifuddin, 2011). Riset operasi pertama kali muncul saat Perang Dunia II yang digunakan untuk menentukan pola terbaik dalam mengoperasikan senjata secara optimal. Seiring berkembangnya zaman, penggunaan serta teknik-teknik dalam riset operasi menjadi semakin kompleks, hingga akhirnya pada tahun 1950 muncul teknik standar dari riset operasi seperti program linier, teori sediaan dan sistem antrean.

Sistem antrean adalah sebuah sistem yang terdiri dari sekumpulan pengguna layanan, *server* yang melayani dan aturan yang mengatur antara pengguna layanan dan pelayannya. Komponen utama yang diamati dalam sistem antrean adalah pola kedatangan pengguna layanan. Terdapat dua macam tipe kedatangan pengguna layanan, yakni pengguna layanan yang datang secara individu dan pelanggan yang datang secara berkelompok atau bersamaan dalam satu waktu. Selain pola kedatangan, komponen yang tak kalah penting adalah pola pelayanan. Terdapat 4 pola pelayanan, yakni *single channel single phase*, *multichannel single phase*, *single channel multi phase*, *multi channel multi phase*. Sistem antrean banyak diterapkan pada pelayanan baik di instansi pemerintahan maupun pada sebuah badan usaha, salah satunya adalah pada Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kabupaten Sambas.

Disdukcapil merupakan sebuah instansi penunjang pemerintah daerah yang mempunyai tugas membantu kepala daerah untuk melaksanakan penyusunan dan pelaksanaan kebijakan daerah di bidang kependudukan dan pencatatan sipil. Sebagai instansi yang berhadapan langsung dengan masyarakat, Disdukcapil dituntut untuk memberikan pelayanan yang baik dan cepat. Salah satu unsur untuk



mencapai hal tersebut adalah dengan memberikan pelayanan yang efektif dan efisien.

Penelitian sistem antrean di Disdukcapil diperlukan untuk menghadapi perubahan sistem pelayanan pasca-pandemi Covid-19. Pada saat pandemi Covid-19 pola pelayanan masyarakat dilakukan dengan meminimalisir jumlah masyarakat yang masuk ke gedung dan lebih mengoptimalkan pelayanan diluar gedung. Pada masa pemulihan pasca-pandemi Covid-19, secara perlahan pelayanan akan dikembalikan ke kondisi awal yakni pelayanan secara penuh di dalam gedung, namun dengan sistem yang telah berubah pada beberapa tahap pelayanannya. Maka dari itu diperlukan sebuah penelitian untuk mengetahui bagaimana komposisi dan sistem pelayanan yang paling efektif pada Disdukcapil. Adapun penelitian ini akan berfokus pada pelayanan pencetakan E-KTP masyarakat Kabupaten Sambas.

Penelitian mengenai analisis sistem antrean di Disdukcapil sudah pernah dilakukan sebelumnya, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Astrelita (2015) dan penelitian yang dilakukan oleh Murtitasari (2019). Namun, kedua penelitian tersebut menggunakan asumsi tipe kedatangan individu dan fase pelayanan menggunakan pelayanan *single phase*. Penelitian sistem antrean dengan sistem pelayanan *multi phase* dilakukan oleh Permatasari dan Suryowati (2020) pada sistem antrean Disdukcapil Kabupaten Madiun, namun tipe kedatangan pengguna layanan pada penelitian tersebut menggunakan tipe kedatangan secara individu. Penelitian mengenai sistem antrean dengan tipe kedatangan berkelompok dilakukan oleh Mentari (2015), namun pada penelitian tersebut menggunakan pelayanan *single phase* tidak dilakukan pengambilan data primer dan hanya menggunakan data bangkitan.

Dalam menentukan jenis sistem antrean, penelitian ini akan mengembangkan 4 penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, namun untuk menghitung karakteristik sistem antrean pada penelitian ini harus dilakukan simulasi sistem antrean karena pola pelayanan pada Disdukcapil tidak seperti pola pelayanan *single channel multi*

phase pada umumnya. Penelitian mengenai simulasi sistem antrian dengan pola pelayanan *single channel multi phase* telah dilakukan oleh Maisaroh (2019) yang membahas simulasi sistem antrian dengan kedatangan berkelompok. Namun pada penelitian tersebut pelayanan yang digunakan adalah *single channel single phase*.

Oleh karena itu pada skripsi ini akan dibahas mengenai simulasi sistem antrian pada pola kedatangan berkelompok dengan pola pelayanan *single channel multi-phase* pada antrian pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas. Untuk memudahkan dalam melakukan simulasi, dibuat sebuah aplikasi RShiny yang bisa melakukan simulasi hingga menghitung karakteristik dari sebuah sistem antrian. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah memperoleh karakteristik untuk mengukur efektifitas dari sistem antrian. Dengan terciptanya sistem antrian yang efektif, diharapkan dapat membantu dan melancarkan tugas Disdukcapil serta meningkatkan kepercayaan dan kecintaan masyarakat terhadap Disdukcapil Kabupaten Sambas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara agar simulasi sistem antrian pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas lebih mudah untuk dilakukan?
2. Bagaimana sebaran waktu antar kedatangan masyarakat dan sebaran waktu pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas?
3. Bagaimana karakteristik sistem antrian pada pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat program simulasi sistem antrian dengan bantuan perangkat lunak RStudio dengan antarmuka pengguna *RShiny*.

2. Menentukan sebaran waktu antar kedatangan masyarakat dan waktu pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas.
3. Menghitung karakteristik sistem antrian pada pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi pembaca dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang akan datang mengenai simulasi sistem antrian multi-fase dengan pola kedatangan berkelompok.
2. Bagi statistika dapat menjadi pengembangan baru dalam teori antrian pada sistem antrian multi-fase dengan pola kedatangan berkelompok.
3. Bagi Disdukcapil bisa menjadi masukan untuk menentukan sistem antrian yang paling efektif sehingga bisa mengurangi antrian pada proses pelayanan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelayanan yang diukur adalah pelayanan pencetakan E-KTP.
2. *Server* pada fase 1 diasumsikan selalu tersedia untuk melayani.
3. Jumlah anggota kelompok untuk tiap kedatangan pada proses simulasi dianggap tetap, yakni sebanyak rata-rata jumlah anggota kelompok pada data amatan.
4. Aplikasi dirancang hanya untuk sistem antrian 2 fase dimana pada tiap fase hanya terdapat satu *server* dengan ketentuan alur pelayanan seperti Disdukcapil Kabupaten Sambas.
5. Input dari simulasi pada aplikasi yang dirancang hanya waktu maksimal simulasi, jumlah anggota kelompok kedatangan serta sebaran dan parameter dari waktu antar kedatangan, waktu pelayanan fase pertama dan waktu pelayanan fase kedua tanpa bisa mengubah jumlah *server*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Antrean

Antrean adalah satu atau lebih orang yang menunggu giliran untuk mendapatkan pelayanan. Sistem Antrean adalah sebuah sistem yang terdiri dari proses kedatangan pengguna layanan, proses pelayanan, disiplin antrean dan cara yang digunakan para pengguna layanan untuk masuk ke dalam antrean (Winston, 2004). Analisis terhadap sistem antrean dilakukan untuk meminimalisir adanya antrean yang panjang dan waktu antre yang secepat mungkin namun dengan jumlah *server* yang seminim mungkin. Hasil dari analisa terhadap sistem antrean bergantung pada akurasi pengukuran tingkat kedatangan, waktu pelayanan dan jumlah *server* di dalam sistem (McManus & Long, 2004).

2.1.1 Struktur Sistem Antrean

Setiap sistem pastinya terdiri dari komponen komponen yang membentuk struktur sistem tersebut, begitu pula dengan sistem antrean. Terdapat empat komponen yang dalam pembentukan struktur sistem antrean, yakni jumlah *server* yang melayani, pola kedatangan, pola pelayanan dan disiplin antrean (Winston, 2004). Berikut adalah penjelasan dari keempat komponen tersebut:

1. Pola Kedatangan

Kedatangan merupakan awal dari proses sistem antrean. Unsur yang diperhatikan pada kedatangan adalah waktu antar kedatangan dan tipe kedatangan. Waktu antar kedatangan didapat dengan menghitung berapa lama kedatangan pengguna layanan selanjutnya diukur dari kedatangan pelanggan saat ini. Waktu antar kedatangan umumnya mengikuti sebaran tertentu.

Selain waktu antar kedatangan, unsur yang juga harus diperhatikan pada pola kedatangan adalah tipe kedatangan. Tipe kedatangan ada dua jenis, yakni tipe kedatangan individu dan tipe kedatangan berkelompok. Tipe kedatangan individu adalah keadaan di mana pengguna layanan datang secara satu persatu dan tidak akan datang secara bersamaan. Sementara itu tipe

kedatangan berkelompok adalah keadaan di mana terdapat lebih dari satu pengguna layanan yang datang bersamaan.

2. Jumlah *Server* yang Melayani

Jumlah *server* yang ada didalam sistem antrean sangat berpengaruh terhadap panjang antrean pada jumlah tertentu. Sistem antrean yang terbaik merupakan sistem antrean dengan jumlah *server* sesedikit mungkin namun dengan panjang antrean yang pendek dan waktu mengantre yang singkat. Jumlah *server* juga akan berpengaruh pada pola pelayanan yang diberikan.

3. Pola Pelayanan

Pelayanan merupakan proses di mana pengguna layanan mulai dilayani hingga selesai dilayani. Dalam analisis sistem antrean, waktu pelayanan bisa diasumsikan konstan yang diperoleh dari menghitung rata-rata waktu pelayanan dari beberapa pengguna layanan. Namun sebenarnya waktu tiap pelayanan tidak sama persis, dan umumnya mengikuti sebaran tertentu.

Selain waktu pelayanan, hal yang diperhatikan dalam pelayanan adalah jenis atau pola pelayanan yang diberikan. Pola pelayanan tergantung pada jumlah *server* yang ada dalam sistem dan bagaimana susunan *server* tersebut. Jumlah *server* yang ada bisa satu *server* atau lebih. Dan jika terdapat lebih dari satu *server*, maka *server* tersebut bisa tersusun parallel, seri atau gabungan dari keduanya.

4. Disiplin Antrean

Disiplin antrean merupakan bagaimana sebuah sistem memilih pengguna layanan yang akan dilayani terlebih dahulu. Pada umumnya sistem antrean mendahulukan orang yang pertama datang untuk dilayani, namun tidak semua antrean menggunakan disiplin antrean seperti itu. Terdapat 4 jenis disiplin antrean yakni *First Come First Served* (FCFS), *Last Come First Served* (LCFS), *Service In Random Order* (SIRO) dan *Priority Service* (PS) (Winston, 2004).

First Come First Served (FCFS) atau juga dikenal sebagai disiplin antrean *First In First out* (FIFO) merupakan disiplin sistem antrean di mana pengguna layanan yang dilayani terlebih

dahulu merupakan pengguna layanan yang datang terlebih dahulu. Disiplin antrian FCFS merupakan disiplin antrian yang paling banyak digunakan. hal ini dikarenakan disiplin antrian ini merupakan disiplin antrian yang paling adil untuk keadaan normal di mana semua pengguna layanan setara dan memiliki tingkat keperluan yang sama.

Last Come First Served (LCFS) atau yang juga dikenal sebagai disiplin antrian *Last In First Out* (LIFO) merupakan disiplin antrian yang mendahulukan melayani pengguna layanan yang datang paling akhir. Disiplin antrian ini tidak digunakan sesering disiplin antrian FCFS, namun masih bisa beberapa kali dijumpai pada kehidupan sehari-hari. Contoh kasus disiplin antrian ini adalah ketika guru mengoreksi lembar jawaban yang dikumpulkan paling akhir karena berada pada posisi paling atas tumpukan jawaban soal.

Pada beberapa keadaan, disiplin antrian yang digunakan tidak melihat pada urutan kedatangan. Dua diantara empat disiplin antrian yang ada tidak melihat pada urutan kedatangan pada disiplin antriannya yakni disiplin antrian *Service In Random Order* (SIRO) dan *Priority Service* (PS). Disiplin antrian SIRO merupakan disiplin antrian di mana orang yang terlebih dahulu dilayani merupakan hasil pengacakan. Pengacakan bisa dilakukan dengan lotere atau bisa juga murni sesuai keinginan server.

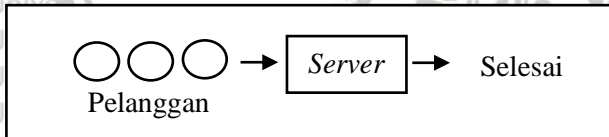
Priority Service (PS) merupakan disiplin antrian yang hanya diterapkan pada kondisi tertentu. Pada penerapan kondisi ini terdapat beberapa kategori pengguna layanan yang memiliki prioritas yang berbeda. Prioritas tersebut bisa jadi karena waktu pelayanan yang paling singkat, jabatan yang paling tinggi atau yang lainnya. Contoh kasus pada evakuasi korban bencana di mana korban yang dievakuasi terlebih dahulu merupakan korban dengan kondisi luka berat atau sekarat, diikuti luka ringan, lalu korban selamat dan terakhir baru evakuasi korban meninggal.

2.1.2 Jenis-Jenis Sistem Antrean

Terdapat 4 jenis sistem antrean berdasarkan pola pelayanan dan jumlah *server*-nya, yakni *Single Channel-Single Phase*, *Multichannel-Single Phase*, *Single Channel-Multiphase* dan *Multichannel-Multiphase* (Arifin dalam Ahse, 2014). Berikut adalah penjelasan mengenai jenis-jenis sistem antrean:

1. *Single Channel-Single Phase*

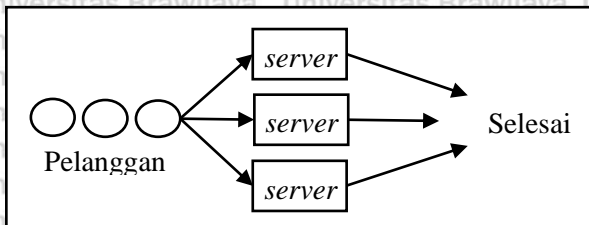
Single Channel-Single Phase merupakan jenis sistem antrian di mana pada pola pelayanannya hanya terdapat terdapat satu *server*. Pada jenis sistem antrian ini pengguna layanan hanya perlu melewati satu pelayanan. Setelah selesai menerima pelayanan dari satu *server*, maka pengguna layanan tersebut telah keluar dari sistem antrean.



Gambar 2. 1. Model Antrian *Single Channel-Single Phase*

2. *Multichannel-Single Phase*

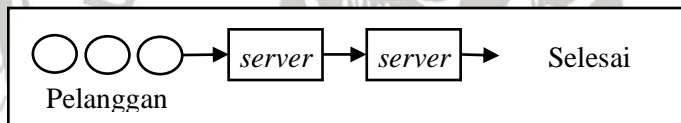
Multichannel-Single Phase merupakan jenis sistem antrian di mana pada pola pelayanannya terdapat beberapa *server* yang melayani secara paralel. Pada jenis sistem antrian ini setiap *server* yang kosong akan langsung diisi oleh pengguna layanan berikutnya sesuai dengan disiplin antrean yang digunakan. Pengguna layanan hanya perlu melewati satu pelayanan, setelah selesai menerima pelayanan dari satu *server*, maka pengguna layanan tersebut telah keluar dari sistem antrean.



Gambar 2. 2. Model antrian *Multichannel-Single Phase*

3. *Single Channel-Multiphase*

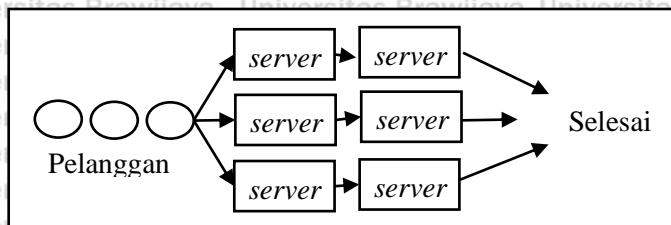
Single Channel-Multiphase merupakan jenis sistem antrian yang memiliki pola pelayanan lebih dari satu *server* yang melayani secara seri. Pada jenis sistem antrian ini, pengguna layanan harus melewati beberapa tahap pelayanan di mana setiap tahap pelayanan hanya memiliki satu *server*. Setelah selesai menerima pelayanan dari *server* pertama, maka pengguna layanan tersebut akan menerima pelayanan dari *server* selanjutnya hingga *server* terakhir.



Gambar 2. 3. Model Sistem Antrian *Single Channel-Multiphase*

4. *Multichannel-Multiphase*

Multichannel-Multiphase merupakan jenis sistem antrian yang memiliki pola pelayanan lebih dari satu *server* yang melayani secara paralel dan juga seri. Pada pola ini, pengguna layanan harus melewati beberapa tahap pelayanan di mana setiap tahap pelayanan terdapat beberapa *server* yang melayani. Setelah selesai menerima pelayanan dari *server* pertama, maka pengguna layanan tersebut akan menerima pelayanan dari *server* selanjutnya hingga *server* terakhir. Pada pola pelayanan ini pula, pada setiap tahap pelayanan setiap *server* yang kosong akan langsung diisi oleh pengguna layanan berikutnya yang mengantre pada tiap tahap pelayanan sesuai dengan disiplin antrian yang digunakan.



Gambar 2. 4. Model Sistem Antrian *Multichannel-Multiphase*

2.1.3 Model Sistem Antrean dengan Notasi Kendall

Notasi baku untuk menuliskan model sistem antrean pertama kali dikenalkan oleh D.G. Kendall dengan bentuk $a/b/c$. Notasi a , b dan c memiliki arti masing-masing. Notasi a menyatakan sebaran waktu antar kedatangan, notasi b menyatakan sebaran waktu pelayanan dan notasi c menyatakan jumlah *server* yang ada didalam sistem. Notasi a dan b umumnya dilambangkan dengan huruf sebagai simbol tertentu yang mengartikan sebaran tertentu pula. Daftar simbol pengganti pada notasi a dan b beserta artinya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Simbol Pengganti Notasi Kendall

Simbol	Keterangan
M	Markovian, yakni p ada notasi a berarti waktu antar kedatangan mengikuti sebaran Eksponensial Pada notasi b berarti waktu pelayanan mengikuti sebaran Eksponensial
D	Deterministik, yakni berarti waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan konstan
E_k	Berarti waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan mengikuti sebaran Erlang
GI	Distribusi independen umum dari waktu antar kedatangan
G	Distribusi umum dari waktu pelayanan

2.2 Sebaran Eksponensial dan Sebaran Lognormal

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari Disdukcapil Kabupaten Sambas, diperoleh hasil bahwa waktu antar kedatangan masyarakat mengikuti sebaran eksponensial serta waktu pelayanan fase satu dan dua mengikuti sebaran lognormal. Berikut adalah penjelasan mengenai sebaran eksponensial dan sebaran lognormal:

1. Sebaran Eksponensial

Sebaran eksponensial merupakan sebaran kontinu yang diturunkan dari sebaran gamma. Walau sebaran kontinu yang

paling banyak digunakan bukanlah sebaran eksponensial melainkan sebaran normal, namun terdapat beberapa kasus di mana sebaran normal tidak bisa digunakan yakni pada kasus di mana nilai pengamatannya tidak mungkin negatif. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan sebaran eksponensial. Fungsi kepekatan peluang sebaran eksponensial dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Melalui fungsi kepekatan peluang, diperoleh fungsi peluang kumulatif pada persamaan 2.2.

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Adapun rata-rata dan ragam dari sebaran eksponensial bisa diperoleh melalui penjabaran sebagai berikut:

a. Rata-rata

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_0^{\infty} x f(x) dx \\ &= \int_0^{\infty} x \lambda e^{-\lambda x} dx \\ &= \lambda \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx \end{aligned} \quad (2.4)$$

Persamaan di atas dapat diselesaikan dengan integral parsial melalui permisalan

$$\begin{aligned} u &= x & dv &= e^{-\lambda x} \\ du &= dx & v &= -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \end{aligned}$$

$$\text{dengan } \int_0^{\infty} u dv = [uv]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} v du$$

maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(X) &= \lambda \left(\left[-\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= \lambda \left(\left[-\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} + \frac{1}{\lambda} \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= \lambda \left((0 - 0) + \frac{1}{\lambda} \left[-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} \right) \\ &= \lambda \left(\frac{1}{\lambda} \left(0 - \left(-\frac{1}{\lambda} \right) \right) \right) \\ &= \frac{1}{\lambda} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Jadi, rata-rata untuk sebaran eksponensial adalah $\frac{1}{\lambda}$.

b. Ragam

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \int_0^{\infty} x^2 f(x) dx \\ &= \int_0^{\infty} x^2 \lambda e^{-\lambda x} dx \\ &= \lambda \int_0^{\infty} x^2 e^{-\lambda x} dx \end{aligned} \quad (2.6)$$

Persamaan 2.6 dapat disederhanakan dengan integral parsial melalui permisalan

$$\begin{aligned} u &= x^2 & dv &= e^{-\lambda x} \\ du &= 2x dx & v &= -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \end{aligned}$$

$$\text{dengan } \int_0^{\infty} u dv = [uv]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} v du$$

maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \lambda \left(\left[-\frac{x^2}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} -\frac{2x}{\lambda} e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= \lambda \left(\left[-\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} + \frac{2}{\lambda} \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= \lambda \left((0 - 0) + \frac{2}{\lambda} \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= \lambda \left(\frac{2}{\lambda} \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= 2 \int_0^{\infty} x e^{-\lambda x} dx \end{aligned} \quad (2.7)$$

Persamaan 2.7 dapat diselesaikan dengan integral parsial melalui permisalan

$$\begin{aligned} u &= x & dv &= e^{-\lambda x} \\ du &= dx & v &= -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \end{aligned}$$

$$\text{dengan } \int_0^{\infty} u dv = [uv]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} v du$$

maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= 2 \left(\left[-\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= 2 \left(\left[-\frac{x}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} + \frac{1}{\lambda} \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} dx \right) \\ &= 2 \left((0 - 0) + \frac{1}{\lambda} \left[-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \right]_0^{\infty} \right) \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$= 2 \left(\frac{1}{\lambda} \left(0 - \left(-\frac{1}{\lambda} \right) \right) \right)$$

$$= \frac{2}{\lambda^2}$$

Ragam bisa dicari dengan mengurangkan $E(X^2)$ dengan $E(X)$ yang dikuadratkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= E(X^2) - (E(X))^2 \\ &= \frac{2}{\lambda^2} - \left(\frac{1}{\lambda} \right)^2 \\ &= \frac{2-1}{\lambda^2} \\ &= \frac{1}{\lambda^2} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Jadi, rata-rata untuk sebaran eksponensial adalah $\frac{1}{\lambda^2}$.

2. Sebaran Lognormal

Sebaran lognormal merupakan sebaran turunan dari sebaran normal. Sebuah peubah acak X memiliki sebaran lognormal apabila peubah acak Y di mana $Y = \ln(X)$ memiliki sebaran normal dengan rata-rata μ dan standar deviasi σ . Fungsi kepekatan peluang dari sebaran lognormal dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}, & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

Adapun rata-rata dan ragam dari sebaran lognormal bisa diperoleh melalui penjabaran sebagai berikut:

a. Rata-rata

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_0^{\infty} x f(x) dx \\ &= \int_0^{\infty} x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx \end{aligned} \quad (2.11)$$

misal

$$\begin{aligned} \frac{w}{dx} &= \frac{\ln x - \mu}{\sigma} & x &= e^{\sigma w + \mu} \\ \frac{dw}{dx} &= \frac{1}{x\sigma} & dx &= x\sigma dw \end{aligned}$$

Batas-batas yang awalnya dalam nilai x harus diubah menjadi nilai w :

Untuk $x \rightarrow 0$, maka $w \rightarrow -\infty$

Untuk $x \rightarrow \infty$, maka $w \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned}
 E(X) &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{\sigma w + \mu} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}w^2} dw \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{\sigma w + \mu} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}w^2} e^{\left[\left(\frac{1}{2}\sigma^2\right) - \left(\frac{1}{2}\sigma^2\right)\right]} dw \\
 &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{\sigma w - \frac{1}{2}w^2 - \frac{1}{2}\sigma^2} dw \\
 &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w^2 - 2\sigma w + \sigma^2)} dw \\
 &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w - \sigma)^2} dw \quad (2.12)
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan integral pada fungsi Gaussian, maka diperoleh solusi untuk $E(X)$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E(X) &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w - \sigma)^2} dw \\
 &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} (\sqrt{2\pi}) \\
 &= e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} \quad (2.13)
 \end{aligned}$$

Jadi, rata-rata untuk sebaran lognormal adalah $e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}$.

b. Ragam

$$\begin{aligned}
 E(X^2) &= \int_0^{\infty} x^2 f(x) dx \\
 &= \int_0^{\infty} x^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma x}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx \quad (2.14)
 \end{aligned}$$

misal

$$w = \frac{\ln x - \mu}{\sigma} \quad x = e^{\sigma w + \mu}$$

$$\frac{dw}{dx} = \frac{1}{x\sigma} \quad dx = x\sigma dw$$

Batas-batas yang awalnya dalam nilai x harus diubah menjadi nilai w :

Untuk $x \rightarrow 0$, maka $w \rightarrow -\infty$

Untuk $x \rightarrow \infty$, maka $w \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} E(X^2) &= \int_{-\infty}^{\infty} (e^{\sigma w + \mu})^2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}w^2} \sigma dw \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{2\sigma w + 2\mu} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}w^2} e^{[(2\sigma^2) - (2\sigma^2)]} dw \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{2\sigma w - \frac{1}{2}w^2 - 2\sigma^2} dw \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w^2 - 4\sigma w + 4\sigma^2)} dw \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w - 2\sigma)^2} dw \quad (2.15) \end{aligned}$$

Dengan menggunakan integral pada fungsi Gaussian, maka diperoleh solusi untuk $E(X)$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(X^2) &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}(w - \sigma)^2} dw \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} (\sqrt{2\pi}) \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} \quad (2.16) \end{aligned}$$

Ragam bisa dicari dengan mengurangkan $E(X^2)$ dengan $E(X)$ yang dikuadratkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Var}(X) &= E(X^2) - (E(X))^2 \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} - \left(e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}\right)^2 \\ &= e^{2\mu + 2\sigma^2} - e^{2\mu + \sigma^2} \\ &= e^{2\mu} (e^{2\sigma^2} - e^{\sigma^2}) \quad (2.17) \end{aligned}$$

Jadi, ragam untuk sebaran eksponensial adalah $e^{2\mu} (e^{2\sigma^2} - e^{\sigma^2})$.

2.3 Pendugaan Parameter

Metode yang digunakan untuk menduga parameter dari pada penelitian ini adalah metode *Maximum Likelihood Esimator* (MLE). Cara kerja dari metode MLE adalah dengan mencari maksimum dari fungsi kepekatan peluang gabungan yang telah dilinerkan menggunakan logaritma natural (Ross, 2009). Pada penelitian ini, parameter yang akan di duga merupakan parameter dari sebaran eksponensial dan sebaran lognormal. Tahapan dalam pendugaan parameter akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pendugaan Parameter Sebaran Eksponensial

Sebaran eksponensial memiliki fungsi kepekatan peluang yang dapat dilihat pada persamaan 2.18.

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad , \quad x \geq 0 \quad (2.18)$$

Dari fungsi kepekatan peluang tersebut, dibentuk fungsi kepekatan peluang gabungan yakni pada persamaan 2.19.

$$\begin{aligned} L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= f(x_1 | \lambda) f(x_2 | \lambda) \dots f(x_n | \lambda) \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= \prod_{i=1}^n f(x_i | \lambda) \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= \prod_{i=1}^n \lambda e^{-\lambda x_i} \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= (\lambda e^{-\lambda x_1}) (\lambda e^{-\lambda x_2}) \dots (\lambda e^{-\lambda x_n}) \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= \lambda^n e^{-\lambda \sum_{i=1}^n x_i} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Setelah didapat fungsi kepekatan peluang gabungan, maka perlu dilakukan pelinieran dengan menggunakan logaritma natural (ln) seperti pada persamaan 2.20.

$$\begin{aligned} \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= \ln \lambda^n + \ln(e^{-\lambda \sum_{i=1}^n x_i}) \\ \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda) &= n(\ln \lambda) - \lambda \sum_{i=1}^n x_i \end{aligned} \quad (2.20)$$



Langkah selanjutnya adalah melakukan diferensiasi pertama pada persamaan 2.20 terhadap parameter λ lalu menyamadengankan dengan nol untuk mendapatkan nilai maksimum dari fungsi kepekatan peluang gabungan yang telah dilinerkan.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \lambda)}{\partial \lambda} &= 0 \\ \frac{\partial (n(\ln \lambda) - \lambda \sum_{i=1}^n x_i)}{\partial \lambda} &= 0 \\ n \frac{1}{\hat{\lambda}} - \sum_{i=1}^n x_i &= 0 \\ n \frac{1}{\hat{\lambda}} &= \sum_{i=1}^n x_i \\ \hat{\lambda} &= \frac{n}{\sum_{i=1}^n x_i} \\ \hat{\lambda} &= \frac{1}{\bar{x}}\end{aligned}\quad (2.21)$$

Jadi, diperoleh penduga untuk paramter λ pada sebaran eksponensial adalah $\frac{1}{\bar{x}}$.

2. Pendugaan Parameter Sebaran Lognormal

Sebaran lognormal memiliki fungsi kepekatan peluang yang dapat dilihat pada persamaan 2.22.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}, \quad x \geq 0 \quad (2.22)$$

Dari fungsi kepekatan peluang tersebut, dibentuk fungsi kepekatan peluang gabungan yakni pada persamaan 2.23.

$$\begin{aligned}L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= f(x_1 | \mu, \sigma^2) f(x_2 | \mu, \sigma^2) \dots f(x_n | \mu, \sigma^2) \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= \prod_{i=1}^n f(x_i | \mu, \sigma^2) \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x_i} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x_i - \mu}{\sigma}\right)^2} \\ L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \left(\prod_{i=1}^n \frac{1}{x_i}\right) e^{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^n \left(\frac{\ln x_i - \mu}{\sigma}\right)^2}\end{aligned}\quad (2.23)$$

Setelah didapat fungsi kepekatan peluang gabungan, maka perlu dilakukan pelinieran dengan menggunakan logaritma natural (ln) seperti pada persamaan 2.24.

$$\begin{aligned} \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \\ &\ln\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) + \ln\left(e^{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^n \left(\frac{\ln x_i - \mu}{\sigma}\right)^2}\right) \\ \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2) &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \\ &\ln\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^n \left(\frac{\ln x_i - \mu}{\sigma}\right)^2 \end{aligned} \quad (2.24)$$

Untuk mendapatkan penduga parameter μ melakukan diferensiasi pertama pada persamaan 2.24 terhadap parameter μ lalu menyamadengankan nol untuk mendapatkan nilai maksimum dari fungsi kepekatan peluang gabungan yang telah dilinierkan.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2)}{\partial \mu} &= 0 \\ \frac{\partial \left(-\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \ln\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2 \right)}{\partial \mu} &= 0 \\ \left(-\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \ln\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)^2}{2\sigma^2} + \frac{\sum_{i=1}^n \mu \ln x_i}{\sigma^2} - \frac{n\mu^2}{2\sigma^2} \right) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial \mu} & \\ \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{\sigma^2} - \frac{2n\mu}{2\sigma^2} &= 0 \\ \frac{2n\mu}{2\sigma^2} &= \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{\sigma^2} \\ \hat{\mu} &= \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{n} \end{aligned} \quad (2.25)$$

Untuk mendapatkan penduga parameter σ^2 melakukan diferensiasi pertama pada persamaan 2.24 terhadap parameter σ^2 lalu menyamadengankan dengan nol untuk mendapatkan nilai maksimum dari fungsi kepekatan peluang gabungan yang telah dilinierkan.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n | \mu, \sigma^2)}{\partial \sigma^2} &= 0 \\ \frac{\partial \left(-\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \ln\left(\prod_{i=1}^n x_i\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2 \right)}{\partial \sigma^2} &= 0 \end{aligned} \quad (2.26)$$

$$-\frac{2\pi n}{4\pi\sigma^2} + \frac{2}{4(\sigma^2)^2} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2 = 0$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2}{2(\sigma^2)^2} = \frac{n}{2\sigma^2}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2}{n}$$

Jadi, pada sebaran lognormal diperoleh penduga untuk parameter μ adalah $\frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i}{n}$ dan penduga untuk parameter σ^2 adalah $\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu)^2}{n}$.

2.4 Uji Levene

Uji *levene* digunakan untuk melihat homogenitas ragam antar peubah apabila terdapat lebih dari 2 peubah. Uji *levene* tidak mengharuskan data antar peubah mengikuti sebaran normal.

Hipotesis pada uji *levene* adalah sebagai berikut:

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \dots = \sigma_k \quad \text{vs}$$

H_1 : minimal terdapat σ_i yang berbeda signifikan,

di mana $i = 1, 2, 3, \dots, k$

k adalah banyaknya faktor pembeda

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Hasil Uji *Levene*

Sumber Keragaman	db	Statistik uji	F Tabel	p-value
Faktor Pembeda	dbK	W	Ftab	p-val
Galat	dbG			

Terdapat dua dasar dalam pengambilan keputusan untuk penolakan H_0 . Cara pertama adalah membandingkan statistik uji dengan nilai F Tabel, apabila statistik uji lebih dari nilai F Tabel, maka diputuskan berhasil untuk menolak H_0 . Sebaliknya, apabila statistik uji kurang dari nilai F Tabel, maka diputuskan gagal untuk menolak H_0 . Cara yang kedua adalah dengan melihat *p-value*, apabila *p-value* kurang dari taraf nyata yang ditentukan, maka diputuskan berhasil untuk



menolak H_0 . Sebaliknya, apabila p -value lebih dari taraf nyata yang ditentukan, maka diputuskan gagal untuk menolak H_0 . Adapun rumus untuk menghitung statistik uji dan p -value adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{dbG}{dbK} \times \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} \quad (2.27)$$

$$p\text{-value} = p(F_{v1=dbK, v2=dbG} > W) \quad (2.28)$$

dengan

$$dbG = n - k$$

$$dbK = n - 1$$

$$Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$$

Di mana

n : jumlah amatan

k : banyak faktor pembeda

Y_{ij} : nilai pengamatan Y pada kelompok ke- i ulangan ke- j

\bar{Y}_i : rata-rata dari kelompok ke- i

\bar{Z}_i : rata-rata dari Z_i

$\bar{Z}_{..}$: rata-rata menyeluruh dari Z_{ij}

2.5 Uji Goodness-of-fit

Uji *Goodness-of-fit* merupakan sebuah pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah suatu sebaran data mengikuti suatu sebaran tertentu yang telah terdefinisi secara teoritis (Walpole, et al., 2007). Terdapat berbagai macam uji *Goodness-of-fit* yang bisa digunakan, salah satunya adalah uji *Shapiro-Wilk*.

Langkah pertama dalam melakukan uji *Shapiro-Wilk* adalah menentukan hipotesis uji *Shapiro-Wilk*

H_0 : Sebaran data mengikuti distribusi teoritis

vs

H_1 : Sebaran data tidak mengikuti distribusi teoritis

Setelah menuliskan hipotesis, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai statistik uji. Nilai Statistik uji *Shapiro-Wilk* dapat dihitung dengan rumus sebagaimana persamaan 2.29.

$$W_s = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n/2} \alpha_i (X_{n-i+1} - X_i) \right)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2.29)$$

di mana

X_i : nilai pengamatan ke- i

α_i : nilai pada tabel *Shapiro-Wilk*

\bar{X} : rata-rata amatan

Setelah mendapatkan nilai statistik uji, maka langkah selanjutnya adalah mencari titik kritis berdasarkan tabel *Shapiro-Wilk*. Setelah didapatkan titik kritis, maka langkah selanjutnya membandingkan statistik uji dengan titik kritis yang telah didapatkan sebelumnya. Apabila titik kritis lebih besar dari statistik uji maka H_0 diterima, dan apabila titik kritis lebih kecil dari statistik uji maka H_0 ditolak. Selain membandingkan titik kritis dengan statistik uji, cara untuk mendapatkan keputusan penolakan H_0 adalah dengan melihat *p-value* yang diperoleh dari tabel *Shapiro-Wilk*. Apabila *p-value* lebih dari taraf nyata yang ditentukan maka pengujian gagal menolak H_0 , dan apabila *p-value* kurang dari taraf nyata yang ditentukan maka pengujian berhasil menolak H_0 .

2.6 Simulasi Sistem Antrean

2.6.1 Metode Simulasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Simulasi adalah sebuah metode pelatihan untuk meragakan suatu fenomena dalam tiruan yang dibuat sedemikian hingga mempunyai kondisi yang sama dengan aslinya. Sementara itu menurut Naylor et al dalam Rubinstein & Kroese (2008), simulasi merupakan sebuah teknik numerik yang dilakukan secara digital dengan menggunakan berbagai model matematis dan model logika untuk menggambarkan perilaku bisnis dan sistem ekonomi yang berlaku pada periode tertentu. Dengan demikian, simulasi perlu dilakukan untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan yang bisa saja terjadi pada kondisi aslinya.

2.6.2 Simulasi Sistem Antrean

Simulasi sistem antrean dilakukan untuk menghitung efektifitas dari sebuah sistem antrean dengan pola pelayanan dan pola

kedatangan tertentu. Terdapat tiga bagian utama dari simulasi sistem antrian, yakni Input, Proses, dan Output. Proses simulasi dilakukan dengan bantuan komputer. Algoritma dari proses simulasi sistem antrian dirancang berdasarkan pola pelayanan yang digunakan. Sementara itu waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan merupakan dua elemen utama yang berperan sebagai input simulasi. Input dari proses simulasi merupakan sekumpulan bilangan acak bangkitan yang dibangkitkan berdasarkan sebaran dan parameter dari waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan yang ada di lapangan. Tujuan akhir dari proses simulasi Sistem antrian adalah karakteristik sistem antrian sebagai output dari proses simulasi.

2.6.3 Ukuran Efektifitas Sistem Antrian

Terdapat 12 ukuran efektifitas sistem antrian yang akan dihitung pada penelitian ini, yakni sebagai berikut:

1. Persentase pemanfaatan sarana pelayanan pada fase 1 (\bar{c}_1)

$$\bar{c}_1 = \frac{\sum_{i=1}^k (BE_i \times SS1_i)}{MX} \quad (2.30)$$

dengan

$$\begin{aligned} BE1_0 &= 0 \\ BE1_{i-1} &= TM1_i - TM1_{i-1}, \quad i = 2, \dots, k \\ BE1_k &= 0 \end{aligned} \quad (2.31)$$

Di mana

\bar{c}_1 : Persentase pemanfaatan sarana pelayanan fase 1

$TM1_i$: Waktu kejadian i pada fase 1

$SS1_i$: Status *server* fase 1 pada kejadian i

k : Banyak seluruh kejadian

MX : Total jam kerja dalam sehari

2. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrian fase 1 (L_{q1})

$$L_{q1} = \frac{\sum_{i=1}^k (BE1_i \times WL1_i)}{MX} \quad (2.32)$$

Di mana

L_{q1} : Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrian fase 1

WL_{1i} : Banyak antrean di fase 1 pada kejadian i

3. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 1 (L_1)

$$L_1 = \frac{\sum_{i=1}^k (BE_i \times \text{sys1}_i)}{MX} \quad (2.33)$$

Di mana

L_1 : Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam fase 1

sys1_i : Banyak pengguna layanan di sistem fase 1 pada kejadian i

4. Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam antrean fase 1 (W_{q1})

$$W_{q1} = \frac{L_{q1}}{\lambda g} \quad (2.34)$$

Di mana

W_{q1} : Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam antrean fase 1

λ : laju kedatangan atau banyaknya kedatangan permenit

g : nilai harapan ukuran kelompok kedatangan di dalam sistem

5. Nilai harapan waktu pengguna layanan di dalam sistem fase 1 (W_1)

$$W_1 = \frac{L_1}{\lambda g} \quad (2.35)$$

Di mana

W : Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam sistem

6. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 1 menuju fase 2 (L_{12})

$$L_{12} = \frac{\sum_{i=1}^k (BE_{1i} \times WL_{2i})}{MX} \quad (2.36)$$

Di mana

L_{12} : Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam fase 1 menuju fase 2

7. Nilai harapan waktu tunggu fase 1 menuju fase 2 (W_{12})

$$W_{12} = \frac{\sum_{i=1}^k (BE1_i \times WL2_i)}{\max(ID)} \quad (2.37)$$

Di mana

W_{12} : Nilai harapan waktu tunggu fase 1 menuju fase 2

ID : Indeks Kedatangan Pengguna layanan

8. Persentase pemanfaatan sarana pelayanan pada fase 2 (\bar{c}_2)

$$\bar{c}_2 = \frac{\sum_{i=1}^k (BE2_i \times SS2_i)}{MX} \quad (2.38)$$

dengan

$$BE2_0 = 0$$

$$BE2_{i-1} = TM2_i - TM2_{i-1}, \quad i = 2, \dots, k \quad (2.39)$$

$$BE2_k = 0$$

Di mana

\bar{c}_2 : Persentase pemanfaatan sarana pelayanan fase 2

$TM2_i$: Waktu kejadian i pada fase 2

$SS2_i$: Status *server* fase 2 pada kejadian i

9. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrian fase 2 (L_{q2})

$$L_{q2} = \frac{\sum_{i=1}^k (BE2_i \times WL2_i)}{MX} \quad (2.40)$$

Di mana

L_{q2} : Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrian fase 2

10. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 2 (L_2)

$$L_2 = \frac{\sum_{i=1}^k (BE2_i \times sys2_i)}{MX} \quad (2.41)$$

Di mana

L_2 : Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam fase 2

$sys2_i$: Banyak pengguna layanan di sistem fase 2 pada kejadian i

11. Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam antrian fase 2 (W_{q2})

$$W_{q2} = \frac{\sum_{i=1}^k (BE1_i \times WL2_i)}{\max(ID)} \quad (2.42)$$

Di mana

W_{q2} : Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam antrian fase 2

12. Nilai harapan waktu pengguna layanan di dalam sistem fase 2 (W_2)

$$W_2 = \frac{\sum_{i=1}^k (BE2_i \times sys2_i)}{\max(ID)} \quad (2.43)$$

Di mana

W_2 : Nilai harapan waktu yang dihabiskan pengguna layanan di dalam sistem fase 2

2.7 Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Sambas

Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) Kabupaten Sambas merupakan instansi yang membantu Kepala Daerah untuk menyusun dan melaksanakan kebijakan daerah di bidang Kependudukan dan Pencatatan Sipil. Data yang masuk di Disdukcapil akan diolah dan digunakan oleh Kepala Daerah dalam menyusun program kerjanya.

2.7.1 Jenis Pelayanan

Menurut UU. No. 23 Tahun 2006 tentang Administrasi Kependudukan, terdapat beberapa pembagian tugas dari Disdukcapil di mana seluruh tugas itu terbagi menjadi dua kelompok besar, yakni pelayanan administrasi dan pencatatan sipil. Berikut adalah jenis-jenis pelayanan yang diberikan oleh Disdukcapil Kabupaten Sambas:

1. Pelayanan Kependudukan, yakni mencakup pelayanan yang berkaitan dengan Kartu Tanda Penduduk (KTP), Kartu Keluarga (KK), Pendatang Baru dan masalah kependudukan lainnya
2. Pencatatan Sipil, yakni pelayanan yang berkaitan dengan kelahiran, kematian, perkawinan, perceraian dan masalah catatan sipil lainnya

3. KIPM (Kartu Izin Penduduk Musiman)
4. Surat Keterangan, meliputi Surat Keterangan Belum Cukup Umur, Surat Kelahiran dan Surat Kematian
5. Legalisir, yakni melayani legalisir Akta Catatan Sipil, KK dan KTP
6. Surat Keterangan Pindah, baik pindah antar provinsi, kabupaten atau kecamatan

2.7.2 Alur Pelayanan

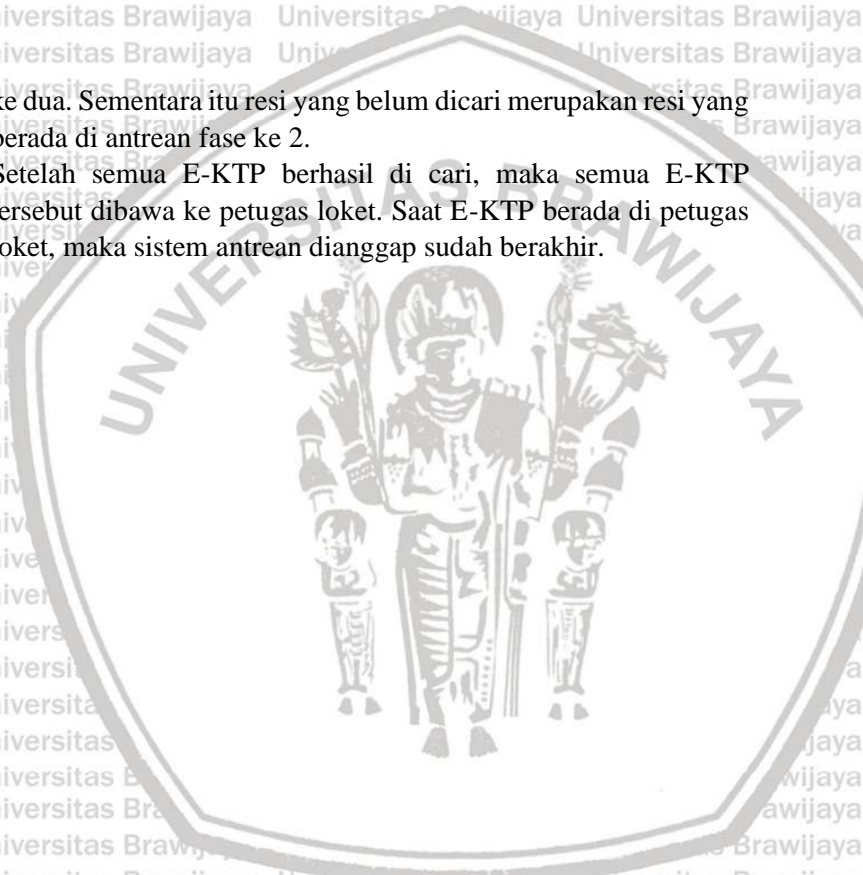
Pelayanan yang diberikan oleh Disdukcapil Kabupaten Sambas semenjak adanya pandemi Covid-19 hingga saat ini dilakukan secara dua tahap. Tahap pelayanan yang pertama dilakukan secara daring untuk pendaftaran dan pelengkapan berkas persyaratan. Setelah berkas persyaratan lengkap lalu petugas memproses berkas dan akan memberikan resi kepada masyarakat. Pada resi tersebut telah tertulis tanggal kapan masyarakat bisa mengambil berkas yang diperlukan. Pada tahap pertama, pelayanan tidak menimbulkan antrean, sehingga penelitian ini lebih berfokus pada tahap kedua.

Tahap kedua adalah pelayanan secara luring yang dilakukan setelah berkas masyarakat siap untuk diambil. Alur pelayanan luring yang terjadi di dalam sistem antrian di Disdukcapil Kabupaten Sambas adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat datang, lalu mengantre untuk memberikan resi kepada petugas loket. Proses mengantre ini merupakan antrean fase pertama.
2. Setelah mendapat giliran masyarakat memberikan resi kepada petugas loket. Pelayanan menerima resi merupakan pelayanan fase pertama. Sementara itu, kondisi masyarakat yang menunggu untuk resinya diproses dianggap sebagai jeda peralihan antara fase pertama ke fase kedua.
3. Setelah tidak ada antrean untuk memberikan resi, petugas ruangan membawa resi untuk mencari E-KTP yang telah dicetak sebelumnya, pada tahap ini sudah masuk ke fase 2.
4. Pencarian E-KTP dilakukan dengan satu persatu berdasarkan resi yang masuk. Resi yang sedang dicari merupakan pelayanan fase

ke dua. Sementara itu resi yang belum dicari merupakan resi yang berada di antrean fase ke 2.

5. Setelah semua E-KTP berhasil di cari, maka semua E-KTP tersebut dibawa ke petugas loket. Saat E-KTP berada di petugas loket, maka sistem antrean dianggap sudah berakhir.





BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer. Data diperoleh dari pengamatan langsung yang dilakukan di Disdukcapil Kabupaten Sambas. Pengamatan dilakukan selama 15 hari kerja yakni pada tanggal 18 Januari – 5 Februari 2021 dimulai pukul 08.00 WIB hingga pukul 10.00 WIB. Kegiatan yang dilakukan selama pengamatan adalah 8 hari kerja untuk melakukan pengambilan data waktu kedatangan antar pengguna layanan, 4 hari kerja untuk melakukan pengambilan data waktu pelayanan fase pertama dan 3 hari kerja untuk pengambilan data waktu pelayanan fase kedua. Alat yang digunakan dalam melakukan pengumpulan data adalah *stopwatch* dan tabel untuk mencatat data hasil pengukuran.

Sebelum melakukan pengamatan, terlebih dahulu dilakukan survei pendahuluan. Survei pendahuluan dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi lapangan tempat penelitian. Pada survei pendahuluan peneliti melakukan wawancara terhadap salah satu pimpinan Disdukcapil Kabupaten Sambas untuk menanyakan alur pelayanan dan permasalahan yang dihadapi. Dari survei tersebut didapat gambaran umum mengenai sistem antrean yang diterapkan pada Disdukcapil Kabupaten Sambas sehingga memudahkan dalam proses pengambilan data.

3.2 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi sistem antrean multi-fase dengan pola kedatangan berkelompok. Namun sebelum dilakukan simulasi, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas dan uji *goodness-of-fit*. Uji homogenitas dilakukan untuk melihat apakah data antar hari pengamatan bersifat homogen atau tidak, sementara itu uji *goodness-of-fit* dilakukan untuk mengidentifikasi sebaran dari waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan. Waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan tersebut akan menjadi input dari proses simulasi sistem antrean. Berikut adalah

penjelasan lengkap mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis data:

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk melihat bagaimana keragaman data antar hari pengamatan secara visual. Analisis deskriptif berguna untuk memberi gambaran sebelum dilakukan uji homogenitas antar hari pengamatan.

2. Uji Homogenitas Antar Hari Pengamatan

Dikarenakan terdapat lebih dari satu hari pengamatan, maka data antar pengamatan harus diperiksa apakah homogen satu sama lain atau tidak. Apabila didapat hasil bahwa antar hari pengamatan bersifat tidak homogen, maka analisis selanjutnya akan dilakukan terpisah berdasarkan hari pengamatan. Sementara itu apabila didapat hasil yang menyatakan antar hari pengamatan adalah homogen, maka data antar hari pengamatan akan digabung untuk analisis selanjutnya. Uji homogenitas yang digunakan adalah uji *levene* seperti pada subbab 2.4.

3. Pengujian Sebaran Waktu Antar Kedatangan Masyarakat

Pengukuran waktu antar kedatangan merupakan waktu yang diukur dari kedatangan satu pengguna layanan ke pengguna layanan berikutnya. Kedatangan antar masyarakat diasumsikan saling bebas, artinya kedatangan masyarakat saat ini tidak dipengaruhi oleh kedatangan sebelumnya dan tidak pula berpengaruh terhadap kedatangan masyarakat selanjutnya. Terdapat 4 sebaran yang akan diujikan untuk waktu antar kedatangan, yakni sebaran eksponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Untuk menguji apakah data mengikuti salah satu sebaran atau tidak, maka dilakukan uji *Goodness-of-fit* dengan uji *Shapiro-Wilk* seperti pada subbab 2.5.

Apabila data mengikuti salah satu sebaran dari keempat sebaran tersebut, maka dilakukan pendugaan parameter dengan metode MLE seperti pada subbab 2.3 dan pembangkitan data pada proses simulasi dilakukan berdasarkan sebaran dan parameter yang diduga. Namun apabila dari pengujian didapat data tidak mengikuti satupun dari 4 sebaran tersebut, maka dilakukan pembuatan tabel

distribusi frekuensi, lalu pembangkitan data mengikuti sebaran peluang umum diskret.

4. Pengujian Sebaran Waktu Pelayanan Fase 1

Waktu pelayanan fase 1 merupakan waktu pelayanan penerimaan resi. Waktu pelayanan fase 1 terhitung sejak masyarakat mulai berhadapan dengan petugas loket hingga selesai memberikan resi. Terdapat 4 sebaran yang akan diujikan untuk waktu pelayanan fase 1, yakni sebaran eksponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Untuk menguji apakah data mengikuti salah satu sebaran atau tidak, maka dilakukan uji *Goodness-of-fit* dengan uji *Shapiro-Wilk* seperti pada subbab 2.5.

Apabila data mengikuti salah satu sebaran dari keempat sebaran tersebut, maka dilakukan pendugaan parameter dengan metode MLE seperti pada subbab 2.3 dan pembangkitan data pada proses simulasi dilakukan berdasarkan sebaran dan parameter yang diduga. Namun apabila dari pengujian didapat data tidak mengikuti satupun dari 4 sebaran tersebut, maka dilakukan pembuatan tabel distribusi frekuensi, lalu pembangkitan data mengikuti sebaran peluang umum diskret.

5. Pengujian Sebaran Waktu Pelayanan Fase 2

Waktu pelayanan fase 2 merupakan waktu yang digunakan oleh petugas mencari E-KTP berdasarkan resi. Waktu pelayanan fase 2 diukur sejak petugas melihat resi hingga mendapatkan E-KTP yang tertera pada resi. Terdapat 4 sebaran yang akan diujikan untuk waktu pelayanan fase 2, yakni sebaran eksponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Untuk menguji apakah data mengikuti salah satu sebaran atau tidak, maka dilakukan uji *Goodness-of-fit* dengan uji *Shapiro-Wilk* seperti pada subbab 2.5.

Apabila data mengikuti salah satu sebaran dari keempat sebaran tersebut, maka dilakukan pendugaan parameter dengan metode MLE seperti pada subbab 2.3 dan pembangkitan data pada proses simulasi dilakukan berdasarkan sebaran dan parameter yang diduga. Namun apabila dari pengujian didapat data tidak mengikuti satupun dari 4 sebaran tersebut, maka dilakukan pembuatan tabel distribusi frekuensi, lalu pembangkitan data mengikuti sebaran peluang umum diskret.

6. Simulasi Sistem Antrean

Simulasi sistem antrean yang dilakukan meliputi proses pembangkitan data, hingga menghasilkan tabel hasil simulasi yang digunakan untuk menghitung karakteristik sistem antrean. Proses simulasi sistem antrean dilakukan sesuai dengan perangkat lunak RStudio dengan menggunakan RShiny sebagai antarmuka pengguna supaya proses simulasi lebih mudah untuk dilakukan. Adapun algoritma yang digunakan sesuai dengan model sistem antrean yang digunakan. Algoritma proses simulasi sistem antrean dapat dilihat pada lampiran 7.

7. Menghitung Karakteristik Sistem Antrean

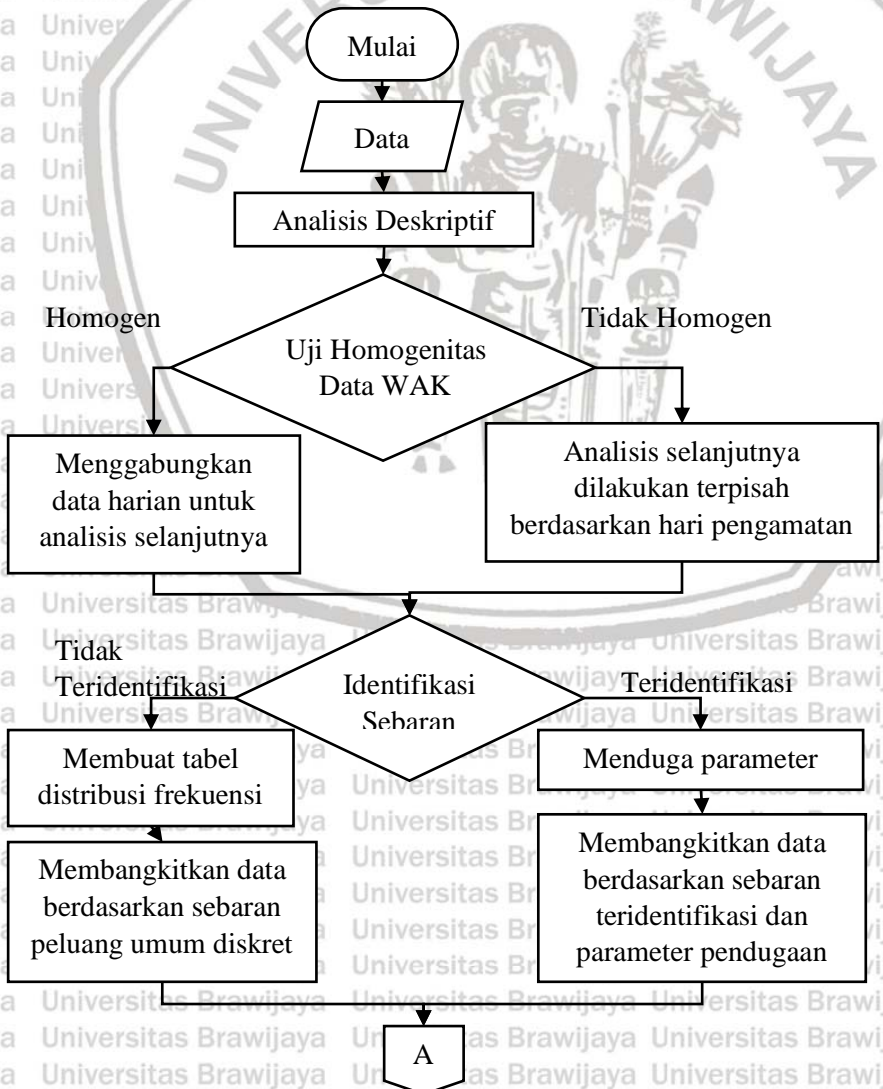
Terdapat lima karakteristik sistem antrean yang dihitung untuk tiap fase pelayanan, yakni nilai harapan banyak masyarakat yang berada di dalam setiap fase, harapan banyak masyarakat yang mengantre di tiap fase, nilai harapan waktu yang dihabiskan masyarakat berada di dalam setiap fase, nilai harapan waktu tunggu masyarakat untuk mengantre tiap fase, dan persentase waktu pelayanan loket berkas terhadap jam pelayanan di fase 1 dan fase 2. Selain lima karakteristik untuk masing-masing fase, terdapat tambahan dua karakteristik pada jeda antara fase 1 dan fase 2. Untuk menghitung karakteristik sistem antrean dilakukan menggunakan rumus pada persamaan 2.30 sampai 2.43.

8. Interpretasi dan Penarikan Kesimpulan

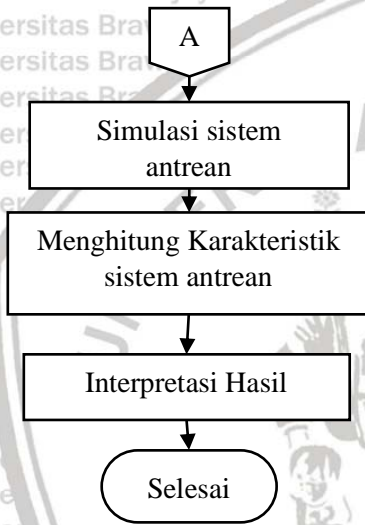
Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan. Penarikan kesimpulan dilakukan untuk menjawab tujuan, yakni seputar sebaran waktu kedatangan antar pengguna layanan, sebaran waktu pelayanan, dan karakteristik sistem antrean. Kesimpulan didapat dari interpretasi karakteristik sistem antrean. Dari kesimpulan tersebut bisa dikembangkan menjadi saran khususnya untuk Disdukcapil Kabupaten Sambas dan kepada para pembaca pada umumnya.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini secara singkat dapat dilihat melalui diagram alir pada Gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Sistem

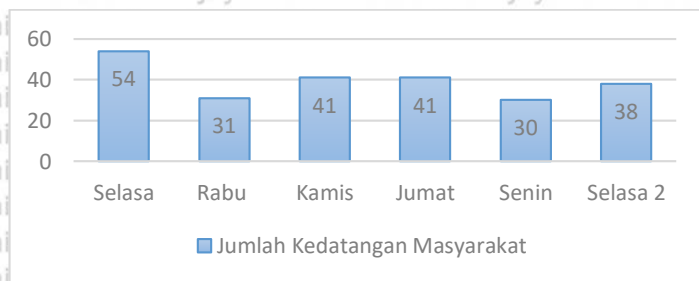
Sistem antrian yang diterapkan pada pelayanan pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas merupakan sistem pelayanan dua fase. Fase pertama merupakan fase penerimaan resi. *Server* pada fase pertama adalah petugas loket yang melayani di loket pelayanan. Sementara itu fase kedua merupakan fase pencarian E-KTP berdasarkan resi yang masuk. *Server* pada fase kedua adalah petugas ruangan yang bertugas membawa resi dari loket pelayanan ke ruangan E-KTP, mencari E-KTP berdasarkan resi yang masuk, hingga membawa E-KTP ke loket pelayanan.

Pengamatan pada waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan dilakukan dengan bantuan *stopwatch*. Pada pengamatan waktu antar kedatangan, dilakukan pencatatan waktu dan jumlah resi yang dibawa untuk tiap masyarakat yang datang. Pada pengamatan waktu pelayanan, baik pelayanan fase pertama dan fase kedua dilakukan dengan mencatat waktu saat mulai pelayanan dan saat pelayanan selesai dilakukan. Data hasil pengamatan bisa dilihat pada lampiran 1.

4.2 Analisis Deskriptif

4.2.1 Jumlah Kedatangan Masyarakat

Jumlah masyarakat yang datang ke Disdukcapil, khususnya masyarakat yang datang untuk mencetak E-KTP bervariasi setiap harinya. Variasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.

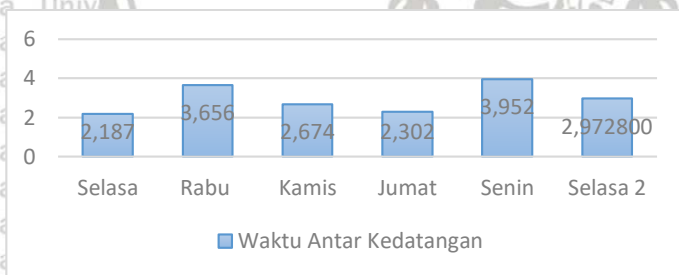


Gambar 4.1. Jumlah Kedatangan Masyarakat Penerima Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas

Berdasarkan gambar 4.1. dapat diketahui bahwa masyarakat paling banyak datang untuk mencetak E-KTP pada hari selasa pekan pertama, yakni sebanyak 54 orang. Sementara itu hari di mana paling sedikit masyarakat mencetak E-KTP adalah hari senin yakni sebanyak 30 orang. Total masyarakat yang datang ke Disdukcapil Kabupaten Sambas untuk mecetak KTP adalah sebanyak 197 orang.

4.2.2 Rata-Rata Waktu Antar Kedatangan

Rata-Rata waktu antar kedatangan masyarakat yang datang ke Disdukcapil, khususnya masyarakat yang datang untuk mencetak E-KTP bervariasi setiap harinya. Variasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.

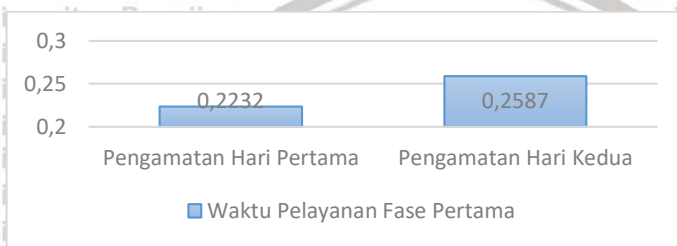


Gambar 4.2. Waktu Antar Kedatangan Masyarakat Penerima Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui bahwa waktu antar kedatangan berbanding terbalik dengan jumlah kedatangan. Rata-rata waktu antar kedatangan terlama terjadi pada hari senin yakni dengan waktu 3,952 menit atau 3 menit 57,11 detik. Sementara itu rata-rata waktu antar kedatangan tersingkat terjadi pada hari selasa pekan pertama, yakni selama 2,187 menit atau 2 menit 11,22 detik. Rata-rata waktu antar kedatangan secara keseluruhan adalah selama 2,954 menit atau 2 menit 57,26 detik.

4.2.3 Rata-Rata Waktu Pelayanan Fase Pertama

Rata-Rata waktu pelayanan fase pertama yakni pelayanan penerimaan resi pencetakan E-KTP selama 2 hari pengamatan berbeda satu sama lain. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.

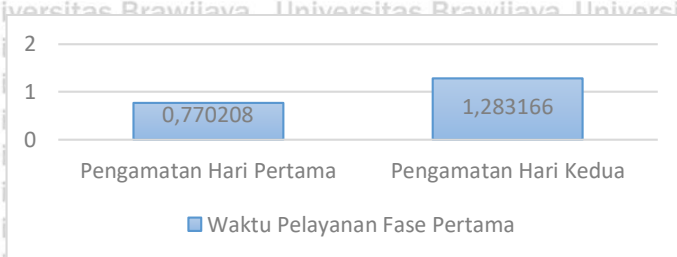


Gambar 4.3. Waktu Pelayanan Fase Pertama Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa waktu pelayanan fase pertama, yakni pelayanan penerimaan resi pada hari pertama pengamatan lebih singkat dibanding pada hari pengamatan kedua. Pada hari pengamatan pertama rata rata waktu penerimaan resi adalah selama 0,22 menit atau selama 13,39 detik. Sementara itu pada hari pengamatan kedua rata-rata waktu penerimaan resi adalah selama 0,26 menit atau 15,52 detik. Rata-rata keseluruhan waktu penerimaan resi adalah selama 0,24 menit atau 14, 46 detik.

4.2.4 Waktu Pelayanan Fase Kedua

Rata-Rata waktu pelayanan fase kedua yakni pencarian E-KTP yang sudah dicetak berdasarkan resi yang masuk selama 2 hari pengamatan berbeda satu sama lain. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Waktu Pelayanan Fase Kedua Pelayanan Pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa waktu pelayanan fase kedua, yakni pencarian E-KTP yang telah dicetak berdasarkan

resi yang masuk pada hari pertama pengamatan lebih singkat dibanding pada hari pengamatan kedua. Pada hari pengamatan pertama rata-rata waktu penerimaan resi adalah selama 0,77 menit atau selama 46,21 detik. Sementara itu pada hari pengamatan kedua rata-rata waktu penerimaan resi adalah selama 1,28 menit atau 1 menit 16,99 detik. Rata-rata keseluruhan waktu penerimaan resi adalah selama 1,03 menit atau 1 menit 1,6 detik.

4.3 Pengujian Homogenitas Data Waktu Antar Kedatangan

Telah dilakukan pengambilan data waktu antar kedatangan selama 6 hari kerja. Pada subbab ini akan diuji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara keenam hari tersebut. Dengan kata lain, dari pengujian diharapkan dapat diketahui apakah ada kecenderungan terdapat perbedaan pola kedatangan pada hari-hari tertentu. Pengujian homogenitas data menggunakan uji *Levene* dengan bantuan *RStudio*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Hasil Uji *Levene* Waktu Antar Kedatangan

Sumber Keragaman	db	Statistik uji	Ftabel	p-value
Antar Hari	5	1,6177	2,2535	0,1562
Galat	229			

Berdasarkan tabel 4.1, diketahui nilai statistik uji kurang dari Ftabel, hal itu berarti keputusan pengujian adalah gagal menolak H_0 . *p-value* yang diperoleh juga bernilai lebih dari tarafnya 0,05 sehingga keputusan pengujian adalah gagal menolak H_0 . Oleh karena itu, pada tingkat kepercayaan 95% keseluruhan hari bersifat homogen satu sama lain, sehingga tidak ada kecenderungan perbedaan pola kedatangan pada hari-hari tertentu. Oleh karena itu, data dari keenam hari pengamatan dapat digabung untuk analisis lebih lanjut. Dikarenakan data waktu antar kedatangan dianalisis dengan menggabungkan data setiap hari pengamatan, maka pada data waktu pelayanan baik pada fase 1 dan 2 juga akan dianalisis lebih lanjut dengan menggabungkan data antar hari pengamatan.

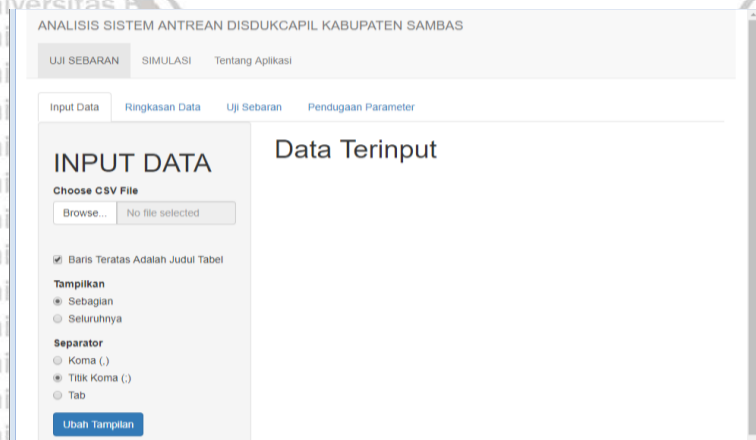
4.4 Aplikasi RShiny

Pada penelitian ini dirancang sebuah aplikasi simulasi dengan bahasa R. Untuk membuat tampilan pengguna menjadi lebih interaktif, maka program tersebut disusun dengan bantuan RShiny. Program yang dirancang meliputi pengujian sebaran data amatan, pendugaan parameter sebaran, proses simulasi dan menampilkan karakteristik sistem antrean. Aplikasi dapat diakses melalui link https://muhammadnurdzakki.shinyapps.io/Simulasi_Antrean_Disdukcapil_Sambas/.

Terdapat dua menu utama dalam program simulasi, yakni menu “Uji Sebaran” dan menu “Simulasi”. Pada menu “Uji Sebaran” terdapat 4 halaman, yakni “Input Data”, “Ringkasan Data”, “Uji Sebaran” dan “Pendugaan Parameter”. Sementara itu pada menu “Simulasi” terdapat dua halaman, yakni “Simulasi Sistem Antrean” dan “Karakteristik Sistem Antrean”.

4.4.1 Halaman Input Data

Halaman pertama yang harus ada dalam program analisis sistem antrean adalah halaman input data, yakni pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Halaman Input Data Sebelum Data Terinput

Data yang dimasukkan pada halaman “Input Data” haruslah sudah disusun berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan. Oleh

karena sistem antrian merupakan sistem antrian multi-fase dengan kedatangan berkelompok, maka data yang menjadi inputan harus terdiri dari 4 kolom, yakni waktu antar kedatangan, waktu pelayanan fase 1, waktu pelayanan fase 2, dan jumlah kelompok. Selain itu, data sebaiknya disimpan dalam format .csv.

Pada halaman input data terdapat 4 bagian yakni bagian “Browse” untuk mencari *file* inputan. Selanjutnya ada bagian “Baris Teratas Adalah Judul Tabel” yang apabila dicentang, maka baris pertama dari data akan dianggap sebagai judul tabel, namun jika tidak dicentang maka seluruh baris di *file* dianggap sebagai data inputan. Pada bagian ketiga ada bagian “Tampilkan” di mana terdapat dua pilihan pada bagian tersebut, yakni “Sebagian” apabila kita hanya akan menampilkan 6 baris teratas dari data, atau “Seluruhnya” jika kita ingin menampilkan keseluruhan dari data. Pada bagian keempat ada “Separator” yang berfungsi untuk memisahkan *file* kita berdasarkan koma, titik koma, atau tab. Terakhir di bawah bagian separator ada tombol “Ubah Tampilan” untuk mengubah tampilan apabila akan dilakukan perubahan pada 4 bagian di atasnya. Tampilan halaman input data setelah data terinput dapat dilihat pada Gambar 4.6.

WAK	WP1	WP2	ka
0.01	0.62	0.67	1
0.01	0.57	0.83	1
0.01	0.05	1.26	7
0.02	0.21	1.21	2
0.01	0.21	0.87	1
0.02	0.10	1.28	2

Gambar 4.6. Halaman Input Data Setelah Data Terinput

4.4.2 Halaman Ringkasan Data

Pada halaman “Ringkasan Data” ditampilkan tabel ringkasan enam angka dari masing-masing kolom inputan. Tampilan dari halaman “Ringkasan Data” dapat dilihat pada Gambar 4.7.

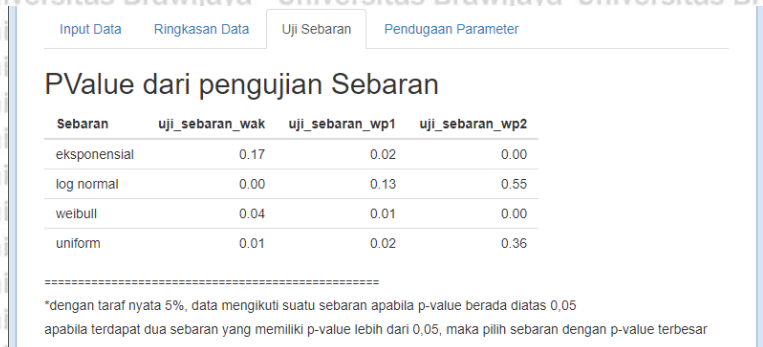


WAK		WP1		WP2		ka	
Min.	: 0.0025	Min.	: 0.04432	Min.	: 0.2239	Min.	: 1.000
1st Qu.	: 0.6959	1st Qu.	: 0.12216	1st Qu.	: 0.5180	1st Qu.	: 1.000
Median	: 1.7977	Median	: 0.16803	Median	: 0.7731	Median	: 1.000
Mean	: 2.8384	Mean	: 0.23466	Mean	: 0.9943	Mean	: 1.871
3rd Qu.	: 4.1654	3rd Qu.	: 0.22800	3rd Qu.	: 1.2127	3rd Qu.	: 2.000
Max.	: 18.8344	Max.	: 0.65505	Max.	: 4.8903	Max.	: 9.000
		NA's	: 204	NA's	: 148	NA's	: 204

Gambar 4.7. Halaman Ringkasan Data

4.4.3 Halaman Uji Sebaran

Pada halaman “Uji Sebaran” ditampilkan tabel p-value dari hasil pengujian *goodness-of-fit* dengan uji *Shapiro-Wilk* untuk sebaran eksponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Tampilan dari halaman “Uji Sebaran” dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Sebaran	uji_sebaran_wak	uji_sebaran_wp1	uji_sebaran_wp2
eksponensial	0.17	0.02	0.00
log normal	0.00	0.13	0.55
weibull	0.04	0.01	0.00
uniform	0.01	0.02	0.36

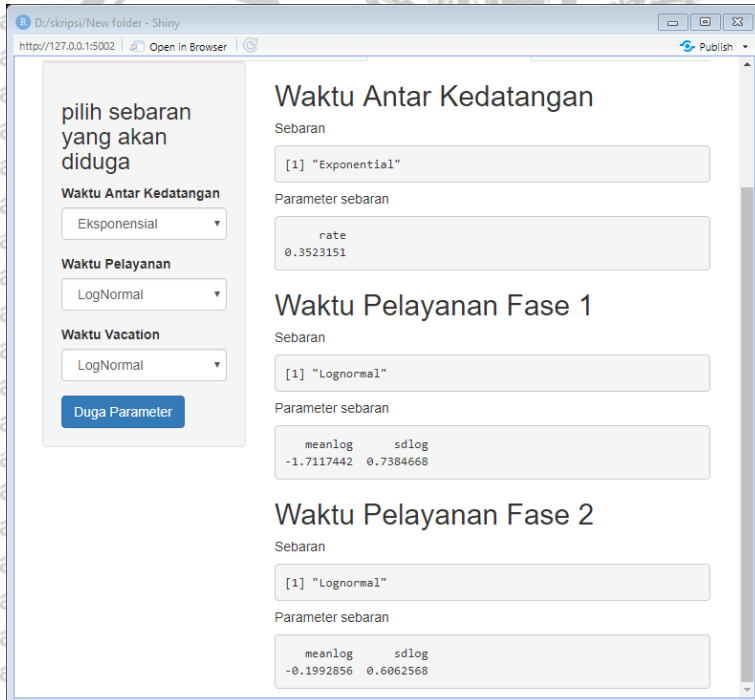
=====

*dengan taraf nyata 5%, data mengikuti suatu sebaran apabila p-value berada diatas 0,05
apabila terdapat dua sebaran yang memiliki p-value lebih dari 0,05, maka pilih sebaran dengan p-value terbesar

Gambar 4.8. Halaman Uji Sebaran

4.4.4 Halaman Pendugaan Parameter

Pada halaman “Pendugaan Parameter” akan diduga parameter sesuai dengan sebaran yang diinputkan. Terdapat 4 pilihan sebaran pada yakni eksponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Sebaran dipilih berdasarkan hasil pengujian pada halaman “Pendugaan Parameter”, yakni pada Gambar 4.9.



The screenshot shows a Shiny application window titled "D:/skripsi/New folder - Shiny". The URL bar displays "http://127.0.0.1:5002" and "Open in Browser". The application interface is divided into two main sections. On the left, there is a sidebar with three dropdown menus: "pilih sebaran yang akan diduga" (select the distribution to be estimated), "Waktu Antar Kedatangan" (Inter-arrival Time), "Waktu Pelayanan" (Service Time), and "Waktu Vacation". The "Waktu Antar Kedatangan" dropdown is set to "Eksponensial" (Exponential), "Waktu Pelayanan" is set to "LogNormal", and "Waktu Vacation" is set to "LogNormal". Below these dropdowns is a blue button labeled "Duga Parameter". On the right, the main content area is titled "Waktu Antar Kedatangan". It shows the selected distribution "Exponential" and its parameter "rate" as 0.3523151. Below this, there is a section titled "Waktu Pelayanan Fase 1" (Phase 1 Service Time) showing the selected distribution "Lognormal" and its parameters "meanlog" (-1.7117442) and "sdlog" (0.7384668). At the bottom, there is a section titled "Waktu Pelayanan Fase 2" (Phase 2 Service Time) showing the selected distribution "Lognormal" and its parameters "meanlog" (-0.1992856) and "sdlog" (0.6062568).

Gambar 4.9. Halaman Pendugaan Parameter

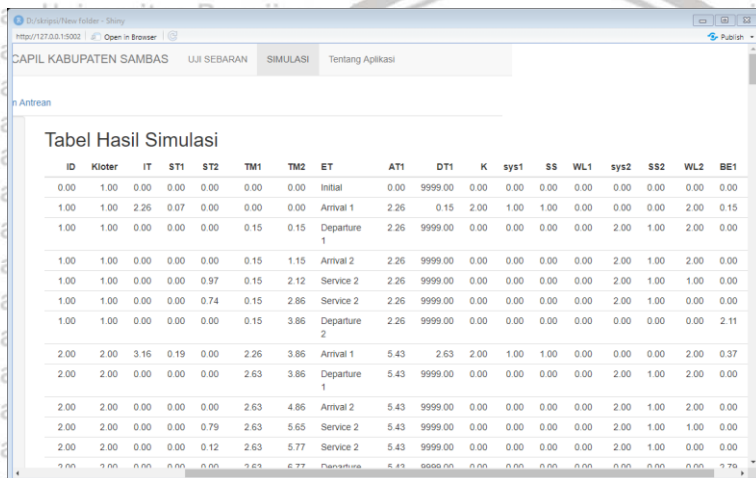
4.4.5 Halaman Simulasi

Setelah didapat sebaran dan hasil pendugaan parameter dari waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi sistem antrean dengan sebaran dan parameter yang diduga sebagai input dari proses simulasi. Tampilan dari halaman “Simulasi” bisa dilihat pada Gambar 4.10.

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Initial	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Arrival 2	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	Departure 2	0.00

Gambar 4.10. Halaman Simulasi Sebelum Dilakukan Simulasi Sistem Antrean

Pada halaman akan ditampilkan tabel hasil simulasi. Simulasi dilakukan berdasarkan sebaran dan parameter yang sudah diatur. Adapun sebaran yang perlu diatur adalah sebaran waktu antar kedatangan, waktu pelayanan fase 1 dan waktu pelayanan fase 2. Sementara itu parameter yang harus diatur adalah parameter sebaran waktu antar kedatangan parameter sebaran waktu pelayanan fase 1 dan parameter sebaran waktu pelayanan fase 2. Selain sebaran dan parameter, rata-rata kelompok amatan dan waktu maksimal pelayanan juga harus diatur. Setelah semua diatur, terdapat tombol “Simulasikan” untuk memulai proses simulasi. Setelah dilakukan proses simulasi maka akan ditampilkan tabel hasil simulasi seperti pada Gambar 4.11.



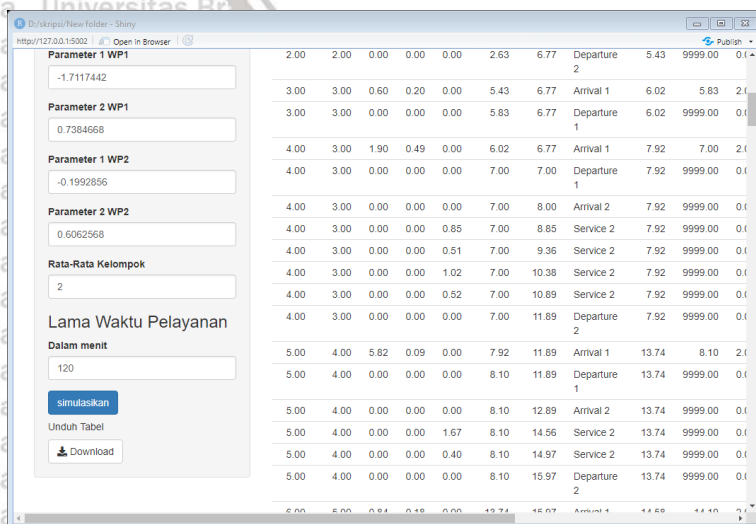
Antrean

Tabel Hasil Simulasi

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1	sys2	SS2	WL2	BE1
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Initial	0.00	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	1.00	2.26	0.07	0.00	0.00	0.00	Arrival 1	2.26	0.15	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.15
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	Departure 1	2.26	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.15	1.15	Arrival 2	2.26	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.97	0.15	2.12	Service 2	2.26	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.74	0.15	2.86	Service 2	2.26	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.15	3.86	Departure 2	2.26	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
2.00	2.00	3.16	0.19	0.00	2.26	3.86	Arrival 1	5.43	2.63	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.37
2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.63	3.86	Departure 1	5.43	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00
2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.63	4.86	Arrival 2	5.43	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00
2.00	2.00	0.00	0.00	0.79	2.63	5.65	Service 2	5.43	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00
2.00	2.00	0.00	0.00	0.12	2.63	5.77	Service 2	5.43	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00
2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.63	6.77	Departure 2	5.43	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76

Gambar 4.11.Tampilan Tabel Hasil Simulasi

Tabel hasil simulasi yang ditampilkan pada aplikasi bisa di download dan disimpan sebagai *file* excel atau .csv melalui tombol “Unduh Tabel” yang terletak pada bawah tombol “Simulasikan” seperti pada Gambar 4.12.



Parameter 1 WP1

-1.7117442

Parameter 2 WP1

0.7384668

Parameter 1 WP2

-0.1992856

Parameter 2 WP2

0.6062568

Rata-Rata Kelompok

2

Lama Waktu Pelayanan

Dalam menit

120

simulasikan

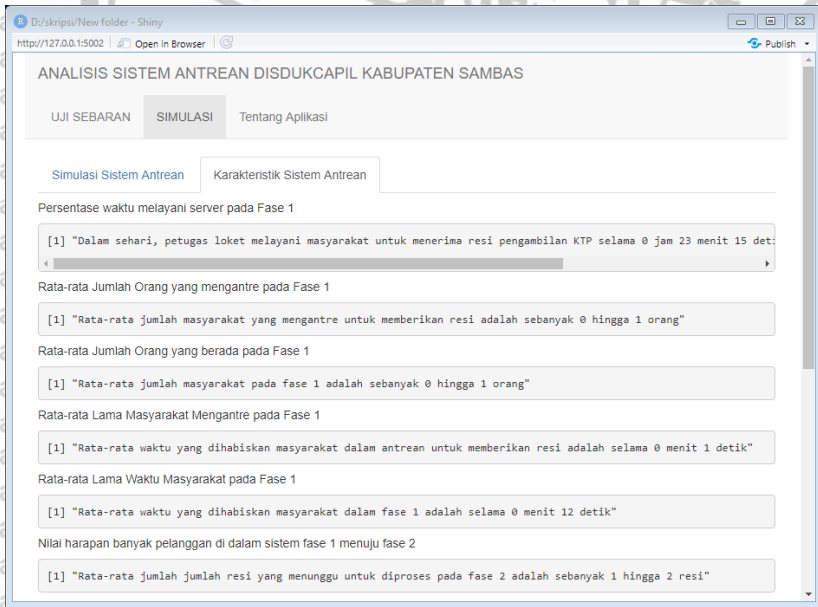
Unduh Tabel

Download

Gambar 4.12.Tampilan Tombol “Unduh Tabel”

4.4.6 Halaman Karakteristik Sistem Antrean

Pada halaman “Karakteristik Sistem Antrean” ditampilkan hasil perhitungan karakteristik sistem antrean yang sudah disusun menjadi kata-kata yang mudah dipahami. Perhitungan karakteristik sistem antrean dilakukan berdasar pada rumus pada persamaan 2.30 sampai dengan persamaan 2.43. Tampilan dari halaman “Karakteristik Sistem Antrean” dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Halaman Karakteristik Sistem Antrean

Penjelasan di atas merupakan penjelasan dari halaman-halaman yang terdapat pada aplikasi RShiny. Petunjuk penggunaan aplikasi RShiny dapat dilihat pada lampiran 5.

4.5 Pengujian Sebaran Data

4.5.1 Sebaran Waktu Antar Kedatangan

Uji sebaran waktu antar kedatangan dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk*. Hipotesis dan rumus uji *Shapiro-Wilk* terdapat pada

subbab 2.5. Dari hasil pengujian *Shapiro-Wilk* dengan bantuan RStudio, diperoleh *p-value* pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2. *P-value* Sebaran Waktu Antar Kedatangan

Sebaran	Eskponensial	Lognormal	Weibull	<i>Uniform</i>
<i>p-value</i>	0,17	0,00	0,04	0,01

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 pada sebaran eskponensial. Hal itu berarti pengujian gagal menolak H_0 pada sebaran eksponensial. Dapat disimpulkan bahwa dengan tarafnyata 5% sebaran waktu antar kedatangan mengikuti sebaran eksponensial.

4.5.2 Sebaran Waktu Pelayanan Fase Pertama

Uji sebaran waktu pelayanan fase 1 dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk*. Hipotesis dan rumus uji *Shapiro-Wilk* terdapat pada subbab 2.5. Dari hasil pengujian *Shapiro-Wilk* dengan bantuan RStudio, diperoleh *p-value* pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3. *P-value* Sebaran Waktu Pelayanan Fase 1

Sebaran	Eskponensial	Lognormal	Weibull	<i>Uniform</i>
<i>p-value</i>	0,02	0,13	0,01	0,02

Berdasarkan tabel 4.3 diketahui bahwa nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 pada sebaran lognormal. Hal itu berarti pengujian gagal menolak H_0 pada sebaran lognormal. Dapat disimpulkan bahwa dengan tarafnyata 5% sebaran waktu pelayanan fase 1 mengikuti sebaran lognormal.

4.5.3 Sebaran Waktu Pelayanan Fase Kedua

Uji sebaran waktu pelayanan fase 2 dilakukan dengan uji *Shapiro-Wilk*. Hipotesis dan rumus uji *Shapiro-Wilk* terdapat pada subbab 2.5. Dari hasil pengujian *Shapiro-Wilk* dengan bantuan RStudio, diperoleh *p-value* pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4. *P-value* Sebaran Waktu Pelayanan Fase 2

Sebaran	Eskponensial	Lognormal	Weibull	<i>Uniform</i>
<i>p-value</i>	0,00	0,55	0,00	0,36

Berdasarkan tabel 4.4 diketahui bahwa nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 pada sebaran lognormal dan *uniform*. Hal itu berarti pengujian gagal menolak H_0 pada sebaran lognormal dan *uniform*. Namun karena *pvalue* pada sebaran lognormal lebih besar dari sebaran *uniform*, maka dipilih sebaran lognormal untuk sebaran waktu pelayanan fase 2. Dapat disimpulkan bahwa dengan tarafnyata 5% sebaran waktu pelayanan fase 2 mengikuti sebaran lognormal.

4.6 Pendugaan Parameter Sebaran

Setelah didapat sebaran dari masing-masing peubah, maka langkah selanjutnya adalah pendugaan parameter sebaran dari tiap peubah. Pendugaan parameter dilakukan dengan bantuan fungsi “gofTest” pada RStudio. Hasil pendugaan parameter dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5. Hasil Pendugaan Parameter

Data	Sebaran	Parameter	Nilai
Waktu Antar Kedatangan	Eksponensial	<i>rate</i>	0.3523151
Waktu Pelayanan Fase 1	Lognormal	meanlog	-1.7117442
		sdlog	0.7384668
Waktu Pelayanan Fase 2	Lognormal	meanlog	-0.1992856
		sdlog	0.6062568

Dengan sebaran dan parameter hasil pendugaan tersebut, maka dapat dilakukan simulasi sistem antrean untuk mendapat karakteristik dari sistem antrean.

4.7 Simulasi Antrean

Simulasi antrean dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *RStudio* yang dikemas dengan *package* *RShiny* untuk antarmuka penggunaannya. Simulasi dilakukan dengan input sebaran eksponensial untuk waktu antar kedatangan, dan lognormal untuk waktu pelayanan di fase 1 dan fase 2 serta dengan parameter yang diperoleh dari hasil pendugaan. Waktu maksimal kedatangan adalah selama 120 menit.

Dari hasil simulasi diperoleh 215 kejadian dengan tipe kejadian "*Arrival 1*", "*Departure 1*", "*Arrival 2*", "*Service 2*" dan "*Departure 2*". Dari 215 kejadian tersebut, didapat 45 orang datang untuk mendapatkan pelayanan pencetakan KTP. Dengan mengasumsikan setiap orang membawa 2 resi, maka jumlah resi yang masuk adalah sebanyak 90 resi. Berdasarkan tabel hasil simulasi diketahui masyarakat yang terakhir datang 117,37 menit setelah pelayanan dibuka atau sekitar pukul 9.57 WIB. Tabel hasil simulasi selengkapnya terlampir pada lampiran 7.

4.8 Karakteristik Sistem Antrean

Dari hasil simulasi, didapat karakteristik sistem antrean yang telah dihitung oleh aplikasi *RShiny* berdasarkan rumus yang ada pada persamaan (2.30) sampai dengan persamaan (2.43). Berikut adalah karakteristik dari sistem antrean yang telah disimulasikan:

1. Persentase pemanfaatan sarana pelayanan pada fase 1 (\bar{c}_1)

Dalam sehari, petugas loket melayani masyarakat untuk menerima resi pengambilan KTP selama 0 jam 26 menit 57 detik, atau 21,62 % dari jam kerja dalam sehari. Walau hanya bekerja melayani selama 26 menit 57 detik dari 120 menit jam kerja, namun petugas loket harus selalu tersedia untuk melayani masyarakat yang bisa saja tiba tiba datang untuk mendapat pelayanan.

2. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrean fase 1 (L_{q1})

Hampir tidak pernah didapatkan antrean pada fase 1. Oleh karena itu, rata-rata jumlah masyarakat yang mengantre untuk memberikan resi adalah sebanyak 0 hingga 1 orang.

3. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 1 (L_1)

Selain hampir tidak pernah didapat antrean, pada fase 1 juga sering terjadi kekosongan pelayanan akibat tidak ada masyarakat yang datang. Oleh karena itu, rata-rata jumlah masyarakat pada fase 1 adalah sebanyak 0 hingga 1 orang.

4. Nilai harapan waktu menunggu pengguna layanan dalam antrean fase 1 (W_{q1})

Sangat jarang terjadi antrean pada fase 1, sehingga rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam antrean untuk memberikan resi adalah selama 3 detik.

5. Nilai harapan waktu pengguna layanan di dalam sistem fase 1 (W_1)

Selain waktu mengantre yang singkat, rata-rata waktu pelayanan pada fase 1 juga cukup singkat. Oleh karena itu, rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam fase 1 adalah selama 16 detik.

6. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 1 menuju fase 2 (L_{12})

Terdapat jeda antara fase 1 dan fase 2. Jeda tersebut diakibatkan untuk beralih ke fase 2, harus dipastikan di fase 1 tidak ada yang dilayani atau tidak ada yang mengantre. Rata-rata jumlah jumlah resi yang menunggu untuk diproses pada fase 2 adalah sebanyak 1 hingga 2 resi.

7. Nilai harapan waktu tunggu fase 1 menuju fase 2 (W_{12})

Pada jeda antara fase 1 dan fase 2, resi menunggu untuk diproses. Rata-rata waktu menunggu resi yang telah diproses di fase 1 dan akan diproses ke fase 2 adalah selama 4 menit 33 detik.

8. Persentase pemanfaatan sarana pelayanan pada fase 2 (\bar{c}_2)

Dalam sehari, waktu yang dihabiskan petugas ruangan untuk bekerja adalah selama 1 jam 56 menit 23 detik, atau 96.99 % dari jam kerja dalam sehari. Waktu bekerja petugas ruangan jauh lebih banyak dibanding petugas loket. Hal tersebut dikarenakan waktu yang diperlukan untuk mencari E-KTP lebih lama daripada waktu untuk menerima resi dari satu orang. Selain

itu, waktu yang sangat padat juga disebabkan karena waktu bekerja petugas ruangan dihitung sejak membawa resi dari loket pelayanan.

9. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam antrean fase 2 (L_{q2})

Dikarenakan saat masuk ke fase 2 resi masuk secara bersamaan dalam jumlah banyak, maka terjadi antrean pada fase 2. Rata-rata jumlah resi yang mengantre setelah masuk fase 2 adalah sebanyak 3 hingga 4 resi.

10. Nilai harapan banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 2 (L_2)

Banyak pengguna layanan di dalam sistem fase 2 merupakan banyak resi yang belum diproses, sedang diproses dan sudah diproses namun belum dibawa ke loket depan. Rata-rata banyak resi pada sistem fase 2 adalah sebanyak 6 hingga 7 resi.

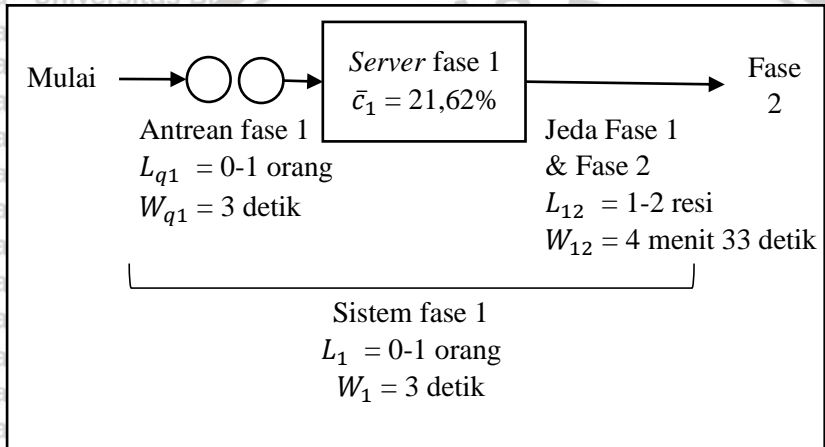
11. Nilai harapan waktu menunggu resi dalam antrean fase 2 (W_{q2})

Waktu mengantre dihitung sejak resi sampai di ruangan hingga dilakukan pencarian E-KTP berdasarkan resi tersebut. Rata-rata waktu tunggu resi di dalam antrean fase 2 adalah selama 9 menit 14 detik.

12. Nilai harapan waktu resi di dalam sistem fase 2 (W_2)

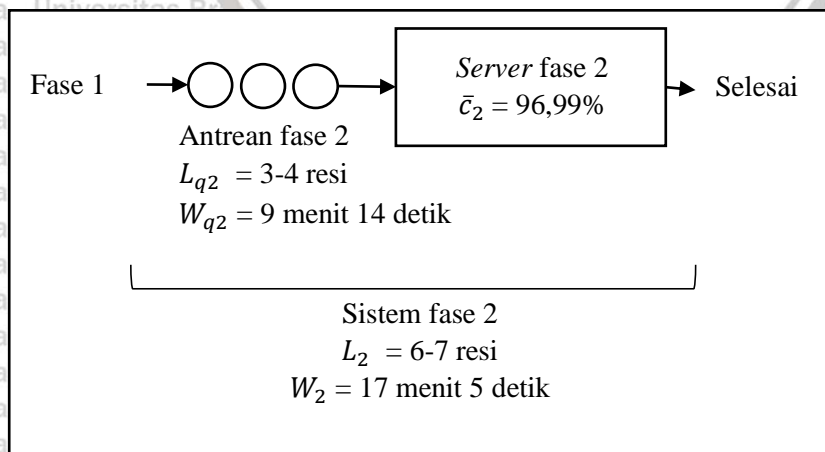
Keseluruhan fase 2 dihitung sejak resi dibawa dari loket pelayanan hingga E-KTP berhasil dicari dan sudah berada di loket pelayanan. Rata-rata waktu yang dihabiskan resi pada fase 2 adalah selama 17 menit 5 detik.

Untuk memudahkan dalam memahami karakteristik pada fase 1 dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Gambaran Karakteristik Fase 1

Sementara itu untuk memudahkan dalam memahami karakteristik pada fase 2 dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15. Gambaran Karakteristik Fase 2



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Program simulasi sistem antrean berhasil disusun dengan bahasa R dan menggunakan RShiny untuk antarmuka pengguna program. Program dapat digunakan untuk mengidentifikasi sebaran data hingga menghitung karakteristik sistem antrean pelayanan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas. Aplikasi dapat diakses melalui link berikut https://muhammadnurdzakki.shinyapps.io/Simulasi_Antrean_Di_sdukcapil_Sambas/.
2. Waktu antar kedatangan mengikuti sebaran eksponensial. Waktu pelayanan baik di fase 1 dan di fase 2 mengikuti sebaran lognormal. Rata-rata anggota kelompok yang datang adalah sebanyak 2 anggota perkelompok.
3. Persentase pemanfaatan pelayanan pada fase 1 adalah 21,62% dan pada fase 2 adalah 96,99%. Rata-rata banyak masyarakat pada antrean fase 1 adalah 0-1 orang dan pada fase 2 adalah 3-4 resi. Rata-rata banyak masyarakat pada sistem fase 1 adalah 0-1 orang dan pada fase 2 adalah 6-7 resi. Rata-rata waktu mengantre pada fase 1 adalah 3 detik dan pada fase 2 adalah 9 menit 14 detik. Rata-rata waktu masyarakat berada pada sistem di fase 1 adalah 16 detik dan pada fase 2 adalah 17 menit 5 detik. Terdapat jeda antara fase 1 dan fase 2, rata-rata jumlah resi pada jeda tersebut adalah 1-2 resi dengan rata-rata waktu menunggu selama 4 menit 33 detik.

5.2 Saran

Berdasarkan karakteristik sistem antrean yang didapat, maka diperoleh beberapa informasi yang bisa menjadi saran bagi Disdukcapil Kabupaten Sambas adalah menggabungkan antrean fase 1 untuk pelayanan pencetakan E-KTP dengan pelayanan yang lain dikarenakan hampir tidak ditemukan adanya antrian pada pelayanan fase 1 pencetakan E-KTP. Selain itu pada persentase pelayanan



terdapat ketimpangan yang cukup besar antara fase 1 dan 2 yakni 21,62% untuk fase 1 dan 96,99% untuk fase 2. Oleh karena itu, disarankan untuk menambah petugas pada pelayanan fase 2 atau membuat jadwal pergantian posisi antara petugas di fase 1 dan petugas di fase 2.

Pada penelitian ini hanya menguji 4 sebaran untuk identifikasi sebaran waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan sebagai data input simulasi sehingga masih terdapat kemungkinan sebaran data tidak teridentifikasi. Saran bagi peneliti selanjutnya adalah menambah alternatif sebaran untuk identifikasi sebaran data input simulasi untuk memperkecil kemungkinan sebaran data tidak teridentifikasi. Pada proses simulasi di penelitian ini jumlah anggota kelompok diasumsikan sama untuk tiap kelompok. Akan lebih baik untuk penelitian selanjutnya apabila jumlah anggota kelompok dibangkitkan sesuai dengan sebaran yang diperoleh pada amatan agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya bisa digunakan pada sistem antrian dua fase dengan satu *server* pada tiap fasenya yang memiliki alur pelayanan seperti alur pelayanan Disdukcapil Kabupaten Sambas. Input simulasi pada aplikasi simulasi yang dirancang terbatas pada waktu maksimal simulasi, jumlah anggota kelompok kedatangan serta sebaran dan parameter dari waktu antar kedatangan, waktu pelayanan fase pertama dan waktu pelayanan fase kedua tanpa bisa mengubah jumlah *server*. Saran untuk peneliti selanjutnya apabila ingin mengembangkan aplikasi sistem antrian untuk menambahkan model sistem antrian lain supaya lebih bisa digunakan secara umum. Selain itu disarankan pula untuk menambahkan input jumlah *server* supaya bisa melihat perbandingan efektifitas pada suatu sistem antrian apabila dilakukan penambahan atau pengurangan *server*.

DAFTAR PUSTAKA

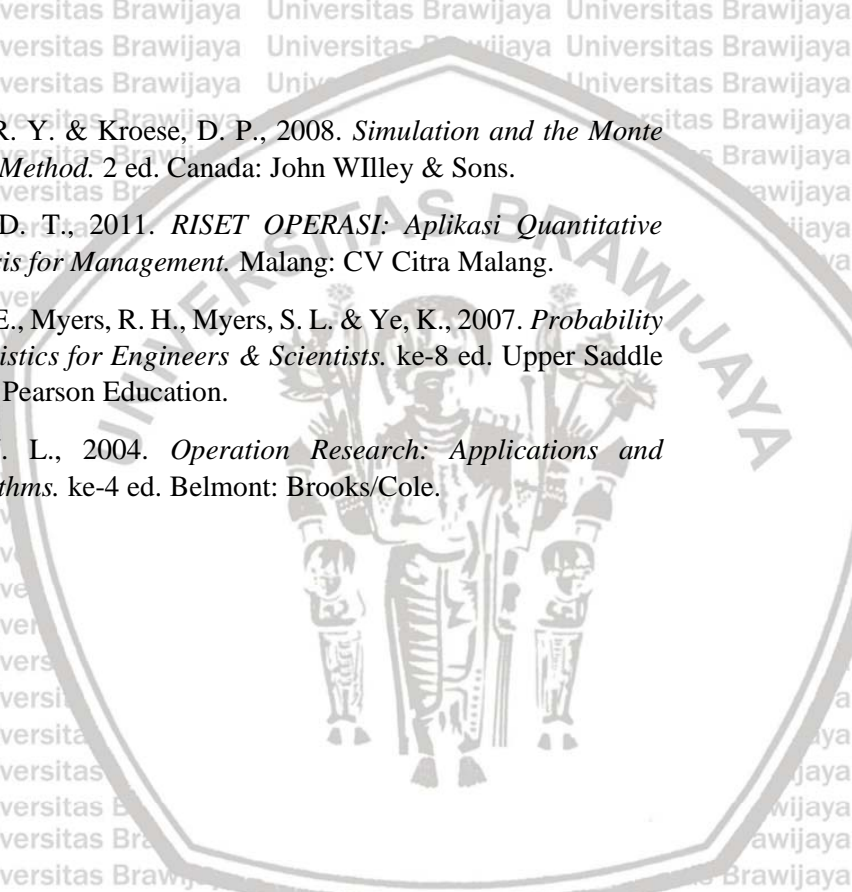
- Ahse, N. S., 2014. *Analisis Sistem Antrian untuk Menentukan Tingkat Pelayanan yang Optimal pada Kasir (Server) Rumah Makan Kober Mie Setan Malang dengan Metode Simulasi*. [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Astrelita, F. P., 2015. *Analisis Antrian Pengunjung dan Kinerja Sistem Disdukcapil Kota Semarang*. [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Harlan, J., 2004. *Metode Statistika 1*. Depok: Penerbit Gunadarma.
- Maisharoh, S., 2019. *Analisis Antrian Server Tunggal dengan Pola Kedatangan Berkelompok (Bulk Arrival) Menggunakan Metode Inverse Gamma..* [Skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- McManus, M. L. & Long, M. C., 2004. Queuing Theory Accurately Models the Need for Critical Care Resource. *Anesthesiology*, Volume 100, No 5.
- Mentari, S., 2015. *Analisis Model Antrian dengan Working Vacation pada Pola Kedatangan Berkelompok (Batch Arrival) Satu Server*. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Murtitasari, N. A., 2019. *Penerapan Sistem Antrian pada Pelayanan Perekaman KTP-El Disdukcapil Kab.Gowa*. [Skripsi]. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Permatasari, E. & Suryowati, K., 2020. Analisis Sistem Antrian Multiphase pada Fasilitas Pelayanan Masyarakat Bidang Pendaftaran Penduduk di Disdukcapil Kabupaten Madiun. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, Volume V, pp. 41-53.
- Razali, N. M. & Wah, Y. B., 2011. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, Volume 2, No. 1, pp. 21-23.

Rubinstein, R. Y. & Kroese, D. P., 2008. *Simulation and the Monte Carlo Method*. 2 ed. Canada: John Wiley & Sons.

Syaifuddin, D. T., 2011. *RISET OPERASI: Aplikasi Quantitative Analysis for Management*. Malang: CV Citra Malang.

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. & Ye, K., 2007. *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*. ke-8 ed. Upper Saddle River: Pearson Education.

Winston, W. L., 2004. *Operation Research: Applications and Algorithms*. ke-4 ed. Belmont: Brooks/Cole.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengamatan Waktu Antar Kedatangan di Disdukcapil Kabupaten Sambas

Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Senin	Selasa 2
0.007	0.411	0.296	0.050	3.718	6.112
0.008	0.064	1.071	4.062	2.669	0.464
0.008	1.096	0.715	1.857	7.137	5.140
0.015	0.638	2.379	0.065	2.098	0.756
0.011	1.429	0.377	5.352	0.971	0.141
0.017	1.843	1.744	4.024	7.450	5.793
0.053	0.260	2.313	0.614	11.647	0.996
0.561	0.826	3.460	4.242	7.341	1.563
0.006	0.437	2.588	0.951	0.046	2.405
3.462	10.203	2.985	1.107	2.608	9.296
4.638	1.418	4.377	0.050	6.165	1.129
1.716	1.185	0.477	0.159	10.166	1.219
0.440	0.428	7.258	1.307	0.972	1.429
4.336	5.136	5.770	0.367	3.598	1.181
0.184	2.200	10.116	2.071	5.588	1.147
2.128	1.307	2.633	1.282	0.006	2.361
0.014	8.827	2.107	0.898	4.140	0.682
1.672	8.369	0.366	6.483	3.947	0.733
1.654	7.610	0.180	4.869	0.710	0.657
0.265	0.357	1.922	2.069	5.466	5.588
0.009	9.603	6.890	0.137	0.489	1.032
0.652	0.843	1.602	0.187	0.745	1.612
1.627	2.940	1.137	0.466	2.453	0.276
1.901	1.757	1.458	3.188	1.663	2.641
1.406	5.212	0.814	2.232	0.751	3.472
0.157	10.644	0.716	0.829	14.790	5.123
0.829	6.182	0.391	2.730	6.319	5.174

Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Senin	Selasa 2
2.004	2.946	2.458	0.472	0.674	1.803
1.036	1.892	2.621	1.388	1.806	0.197
3.344	0.453	4.188	2.084	2.425	1.798
0.003	16.830	4.255	10.622		5.928
2.918		1.472	4.820		4.755
0.608		3.120	3.168		0.573
3.390		0.553	1.973		4.143
1.251		2.121	1.559		4.640
1.402		0.991	0.438		0.523
0.759		0.811	1.350		4.539
4.829		4.351	4.008		15.945
6.600		0.216	4.249		
3.241		9.090	1.203		
1.987		7.265	5.414		
0.766					
3.658					
5.951					
2.549					
6.130					
6.617					
0.114					
2.813					
2.516					
4.849					
0.443					
18.834					
1.706					

Lampiran 2. Data Pengamatan Waktu Pelayanan Fase 1 di Disdukcapil Kabupaten Sambas

NO	DATANG			PERGI			KELOMPOK	HASIL	Diboboti
	MENIT	DETIK	WAKTU	MENIT	DETIK	WAKTU			
1	2	51.234	2.8539	3	28.717	3.478617	1	0.624717	0.624717
2	12	16.117	12.26862	12	50.334	12.8389	1	0.570283	0.570283
3	15	52.868	15.88113	16	12.804	16.2134	7	0.332267	0.047467
4	19	20.573	19.34288	19	45.985	19.76642	2	0.423533	0.211767
6	45	1.076	45.01793	45	13.54	45.22567	1	0.207733	0.207733
7	49	47.457	49.79095	49	59.347	49.98912	2	0.198167	0.099083
8	53	32.48	53.54133	53	43.975	53.73292	1	0.191583	0.191583
9	56	26.23	56.43717	57	0.031	57.00052	3	0.56335	0.187783
10	22	33.295	22.55492	22	42.411	22.70685	1	0.151933	0.151933
11	0	50.15	0.835833	0	59.918	0.998633	1	0.1628	0.1628
12	2	22	2.366667	2	29.37	2.4895	1	0.122833	0.122833
13	3	5.684	3.094733	3	42.552	3.7092	1	0.614467	0.614467
14	3	42.552	3.7092	4	33.644	4.560733	2	0.851533	0.425767
15	5	47.543	5.792383	6	0.753	6.01255	1	0.220167	0.220167
16	7	39.254	7.654233	7	47.416	7.790267	1	0.136033	0.136033



NO	DATANG			PERGI			KELOMPOK	HASIL	Diboboti
	MENIT	DETIK	WAKTU	MENIT	DETIK	WAKTU			
17	45	1.076	45.01793	45	13.54	45.22567	1	0.207733	0.207733
18	58	49.491	58.82485	59	17.342	59.28903	5	0.464183	0.092837
19	5	11.841	5.19735	5	18.848	5.314133	1	0.116783	0.116783
20	10	48.161	10.80268	10	55.626	10.9271	1	0.124417	0.124417
21	28	51.159	28.85265	29	13.028	29.21713	3	0.364483	0.121494
22	47	24.592	47.40987	47	30.576	47.5096	2	0.099733	0.049867
23	0	3.228	0.0538	0	7.859	0.130983	1	0.077183	0.077183
24	0	12.142	0.202367	0	38.745	0.64575	1	0.443383	0.443383
25	5	13.145	5.219083	5	41.445	5.69075	2	0.471667	0.235833
26	0	7.803	0.13005	0	17.339	0.288983	1	0.158933	0.158933
27	0	23.151	0.38585	1	2.454	1.0409	1	0.65505	0.65505
28	6	50.502	6.8417	7	0.292	7.004867	1	0.163167	0.163167
29	9	34.042	9.567367	9	57.976	9.966267	9	0.3989	0.044322
30	11	17.73	11.2955	11	45.526	11.75877	1	0.463267	0.463267
31	13	28.295	13.47158	13	38.955	13.64925	1	0.177667	0.177667
32	54	13.503	54.22505	54	23.585	54.39308	1	0.168033	0.168033

Lampiran 3. Data Pengamatan Waktu Pelayanan Fase 2 di Disdukcapil Kabupaten Sambas

NO	Hari Pertama	Hari Kedua	NO	Hari Pertama	Hari Kedua
1	0.6666	2.04995	26	0.511661111	2.0974833
2	0.8336	0.7006056	27	0.904827778	1.2633667
3	1.258908333	0.794525	28	1.114766667	1.7332667
4	1.2078	0.916625	29	0.524416667	0.7272667
5	0.8728	2.1	30	0.955533333	1.0287167
6	1.27995	0.713325	31	0.694433333	4.8903
7	0.495883333	1.2266389	32	0.388916667	1.6051833
8	0.371066667	0.7036333	33	0.705833333	1.5378583
9	0.39525	1.61165	34	0.45495	0.4066583
10	0.648483333	2.2271	35	0.773083333	0.7188917
11	1.074216667	0.5741	36	0.695033333	0.4838889
12	0.507	1.385675	37	0.237216667	0.5727722
13	1.830366667	1.16555	38	0.3561	3.0627
14	1.16695	1.2176	39	0.3878	
15	2.229383333	0.6428833	40	1.12835	
16	1.22975	0.8626333	41	0.479966667	
17	0.4567	0.6692833	42	0.575266667	
18	0.792783333	1.5788333	43	0.891933333	
19	0.347216667	1.0733333	44	0.87005	
20	0.255066667	1.072375	45	0.690125	
21	0.920916667	3.0627	46	0.505483333	
22	2.02	0.2238944	47	0.7426	
23	0.355166667	0.6532444	48	0.3902	
24	0.467375	0.8384111	49	0.3902	
25	0.6882	0.567375			



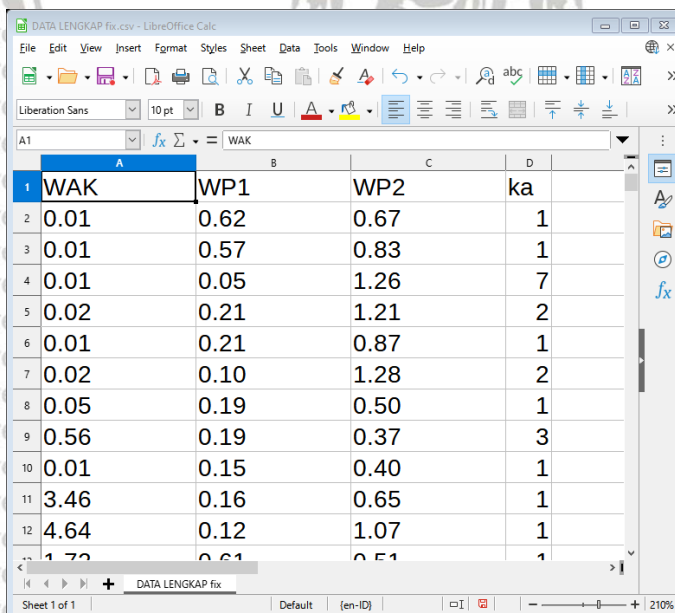
Lampiran 4. Output Pengujian Homogenitas Waktu Antar Kedatangan di Disdukcapil Kabupaten Sambas

```
> library(readxl)
> twak <- read_excel("D:/skripsi/PENELITIAN/DATA/anova
wak.xlsx", sheet = "Sheet2")
> twak=as.data.frame(twak)
> head(twak)
  hari wak
1 Selasa 0.006966667
2 Selasa 0.008350000
3 Selasa 0.007766667
4 Selasa 0.015266667
5 Selasa 0.011100000
6 Selasa 0.016916667
> library(car)
Loading required package: carData
> leveneTest(wak~hari,data = twak)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  5  1.6177 0.1562
229
```

Lampiran 5. Panduan Penggunaan Aplikasi Simulasi Sistem Antrean

Berikut adalah panduan penggunaan aplikasi simulasi Simulasi Sistem Antrean pada pelayanan pencetakan E-KTP di Disdukcapil Kabupaten Sambas:

1. Siapkan data pengamatan antrean pelayanan. Data sebaiknya disimpan dalam sebuah *spreadsheet* dengan 4 kolom data. Kolom pertama diisi dengan data waktu antar kedatangan, kolom kedua diisi dengan data waktu pelayanan fase 1, kolom ketiga diisi dengan data waktu pelayanan fase 2 dan kolom keempat diisi dengan data banyak anggota kelompok. Data yang siap diinput ke dalam aplikasi adalah seperti pada gambar berikut.

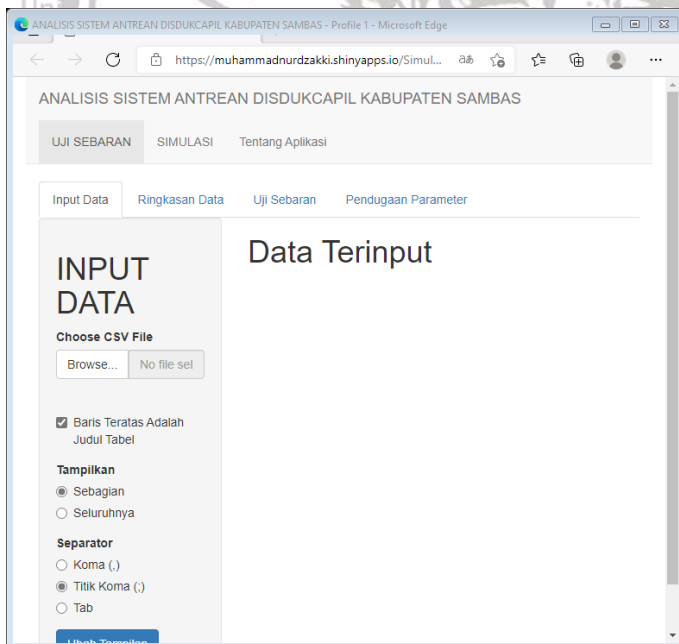


	A	B	C	D
1	WAK	WP1	WP2	ka
2	0.01	0.62	0.67	1
3	0.01	0.57	0.83	1
4	0.01	0.05	1.26	7
5	0.02	0.21	1.21	2
6	0.01	0.21	0.87	1
7	0.02	0.10	1.28	2
8	0.05	0.19	0.50	1
9	0.56	0.19	0.37	3
10	0.01	0.15	0.40	1
11	3.46	0.16	0.65	1
12	4.64	0.12	1.07	1
13	1.72	0.61	0.51	1

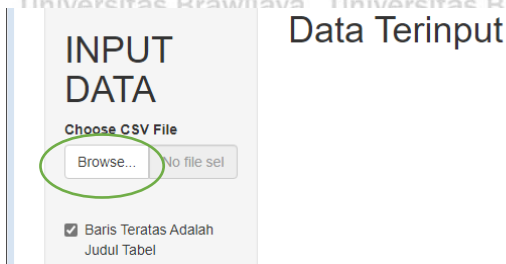
2. Buka aplikasi Simulasi Sistem Antrean Disdukcapil pada link berikut:

https://muhammadnurdzakki.shinyapps.io/Simulasi_Antrean_Disdukcapil_Sambas/

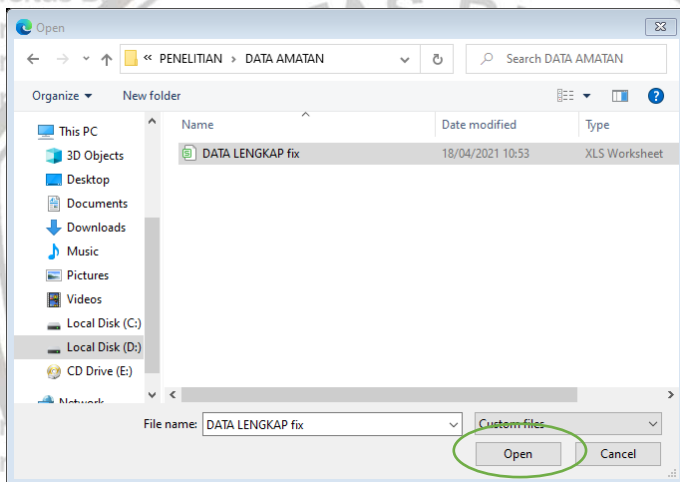
Tampilan dari Aplikasi Sistem Antrean Disdukcapil dapat dilihat pada gambar berikut:



3. Input data yang telah di siapkan dengan mengklik “Browse” pada bagian “Choose CSV File”



4. Cari data pada direktori anda menyimpan data yang telah disiapkan sebelumnya, lalu klik “Open”.



5. Berikut adalah tampilan dari halaman “Input Data” setelah data berhasil diinput.

The screenshot shows the 'Input Data' web application interface. The 'INPUT DATA' section is active, displaying a table of input data. The table has columns 'WAK', 'WP1', 'WP2', and 'ka'. The data is as follows:

WAK	WP1	WP2	ka
0.01	0.62	0.67	1
0.01	0.57	0.83	1
0.01	0.05	1.26	7
0.02	0.21	1.21	2
0.01	0.21	0.87	1
0.02	0.10	1.28	2

The interface also includes a 'Choose CSV File' section with a 'Browse...' button and a 'DATA LEN' button. There is an 'Upload complete' button. A checkbox labeled 'Baris Teratas Adalah Judul Tabel' is checked. The 'Tampilkan' section has radio buttons for 'Sebagian' and 'Seluruhnya'. The 'Separator' section has radio buttons for 'Koma (,)', 'Titik Koma (;)', and 'Tab'. An 'Ubah Tampilan' button is at the bottom.

6. Untuk merubah tampilan dari data yang berhasil terinput, terdapat 3 pengaturan. Pengaturan yang pertama adalah pengaturan “Baris Teratas Adalah Judul Tabel”. Pengaturan ini dicentang apabila pada data yang kita siapkan, kita menulis judul kolom pada baris pertama di *spreadsheet*. Pengaturan kedua adalah “Tampilkan”. Pada pengaturan kedua kita bisa memilih apakah akan menampilkan keseluruhan data atau sebagian saja. Pengaturan yang terakhir adalah pengaturan separator. Separator dalam sebuah *file* dapat berupa Koma, Titik Koma, atau Tab. Umumnya pada *file* dengan format .csv separator yang digunakan adalah titik koma. Apabila ingin mengubah tampilan, maka ubah di bagian pengaturan terlebih dahulu, baru setelah itu klik tombol “Ubah Tampilan”. Berikut adalah contoh tampilan data dengan pengaturan yang berbeda:

WAK	WP1	WP2	ka
0.01	0.62	0.67	1
0.01	0.57	0.83	1
0.01	0.05	1.26	7
0.02	0.21	1.21	2
0.01	0.21	0.87	1
0.02	0.10	1.28	2
0.05	0.19	0.50	1
0.56	0.19	0.37	3
0.01	0.15	0.40	1
3.46	0.16	0.65	1
4.64	0.12	1.07	1
1.72	0.61	0.51	1
0.44	0.43	1.83	2
4.34	0.22	1.17	1
0.18	0.14	2.23	1

- Setelah berhasil menginput data, langkah selanjutnya adalah melihat ringkasan data pada halaman “Ringkasan Data”, hal ini bertujuan untuk mengetahui gambaran umum data dan melihat rata-rata kelompok amatan yang akan digunakan sebagai input simulasi. Berikut adalah tampilan dari halaman “Ringkasan Data”.

<div> UJI SEBARAN SIMULASI Tentang Aplikasi </div>			
<div> Input Data Ringkasan Data Uji Sebaran Pendugaan Parameter </div>			
WAK	WP1	WP2	ka
Min. : 0.0025	Min. :0.04432	Min. :0.2239	Min. :1.000
1st Qu.: 0.6959	1st Qu.:0.12216	1st Qu.:0.5180	1st Qu.:1.000
Median : 1.7977	Median :0.16803	Median :0.7731	Median :1.000
Mean : 2.8384	Mean :0.23466	Mean :0.9943	Mean :1.871
3rd Qu.: 4.1654	3rd Qu.:0.22800	3rd Qu.:1.2127	3rd Qu.:2.000
Max. :18.8344	Max. :0.65505	Max. :4.8903	Max. :9.000
	NA's :204	NA's :148	NA's :204

Dari halaman “Ringkasan Data” dapat diketahui gambaran data secara umum. Diketahui pula rata-rata banyak anggota kelompok amatan pada data penelitian Simulasi Sistem Antrean Multifase dengan *Batch Arrival* (STUDI : Pelayanan Pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas) adalah sebesar 1,87 yang dibulatkan menjadi 2.

- Langkah selanjutnya adalah melakukan uji sebaran data. Uji sebaran menggunakan metode *Shapiro-Wilk* yang sudah dihitung otomatis oleh aplikasi. Hasil dari pengujian bisa dilihat pada halaman “Uji Sebaran” sebagai berikut:

<div> Input Data Ringkasan Data Uji Sebaran Pendugaan Parameter </div>			
PValue dari pengujian Sebaran			
Sebaran	uji_sebaran_wak	uji_sebaran_wp1	uji_sebaran_wp2
eksponensial	0.17	0.02	0.00
log normal	0.00	0.13	0.55
weibull	0.04	0.01	0.00
uniform	0.01	0.02	0.36

*dengan taraf nyata 5%, data mengikuti suatu sebaran apabila p-value berada diatas 0,05
apabila terdapat dua sebaran yang memiliki p-value lebih dari 0,05, maka pilih sebaran dengan p-value terbesar

PValue dari pengujian Sebaran

Sebaran	uji_sebaran_wak	uji_sebaran_wp1	uji_sebaran_wp2
eksponensial	0.17	0.02	0.00
log normal	0.00	0.13	0.55
weibull	0.04	0.01	0.00
uniform	0.01	0.02	0.36

=====

*dengan taraf nyata 5%, data mengikuti suatu sebaran apabila p -value berada diatas 0,05
apabila terdapat dua sebaran yang memiliki p -value lebih dari 0,05, maka pilih sebaran dengan p -value terbesar

Dari hasil pengujian, didapat p -value dari pengujian tiap peubah untuk 4 sebaran teoritis yakni eskponensial, lognormal, weibull dan *uniform*. Untuk meningkat kembali, hipotesis nol pada uji *Shapiro-Wilk* adalah data mengikuti sebaran teoritis. Hal itu berarti, apabila p -value dari pengujian suatu data terhadap suatu sebaran bernilai lebih besar dari 0,05 maka dengan tingkat kepercayaan 95%, data mengikuti sebaran tersebut.

Pada data penelitian Simulasi Sistem Antrean Multifase dengan *Batch Arrival* (STUDI : Pelayanan Pencetakan E-KTP Disdukcapil Kabupaten Sambas), tepatnya pada pengujian sebaran Waktu Antar Kedatangan didapat satu sebaran teoritis dengan p -value yang lebih dari 0,05 yakni sebaran eksponensial dengan p -value 0,17. Maka didapat bahwa waktu antar kedatangan mengikut sebaran eksponensial. Pada pengujian sebaran Waktu Pelayanan Fase 1, terdapat satu sebaran teoritis dengan p -value yang lebih dari 0,05 yakni sebaran lognormal dengan p -value 0,13. Maka didapat bahwa waktu antar pelayanan mengikut sebaran lognormal. Sementara itu pada pengujian sebaran Waktu Pelayanan fase 2, terdapat dua sebaran teoritis dengan p -value yang lebih dari 0,05 yakni sebaran lognormal dengan p -value 0,55 dan sebaran *uniform* dengan p -value 0,36. Oleh karena p -value dari sebaran lognormal lebih besar, maka didapat bahwa waktu pelayanan fase 2 mengikut sebaran lognormal.

9. Setelah mengetahui sebaran dari tiap peubah selanjutnya adalah pendugaan parameter. Pendugaan parameter dilakukan pada halaman “Pendugaan Parameter”. Berikut adalah tampilan dari halaman pendugaan parameter:

UI SEBARAN SIMULASI Tentang Aplikasi

Input Data Ringkasan Data Uji Sebaran **Pendugaan Parameter**

pilih sebaran yang akan diduga

Waktu Antar Kedatangan
Eksponensial

Waktu Pelayanan
Eksponensial

Waktu Vacation
Eksponensial

Duga Parameter

Waktu Antar Kedatangan

Sebaran
[1] "Exponential"

Parameter sebaran
rate
0.3523151

Waktu Pelayanan Fase 1

Sebaran
[1] "Exponential"

Parameter sebaran

Untuk menduga parameter, maka sesuaikan sebaran tiap peubah dengan sebaran yang telah diidentifikasi/telah diuji. Setelah itu klik tombol “Duga Parameter”. Berikut adalah tampilan setelah parameter diduga:

pilih sebaran yang akan diduga

Waktu Antar Kedatangan
Eksponensial

Waktu Pelayanan
LogNormal

Waktu Vacation
LogNormal

Duga Parameter

Waktu Antar Kedatangan

Sebaran
[1] "Exponential"

Parameter sebaran
rate
0.3523151

Waktu Pelayanan Fase 1

Sebaran
[1] "Lognormal"

Parameter sebaran
meanlog sdlog
-1.7117442 0.7384668

Waktu Pelayanan Fase 2

Sebaran
[1] "Lognormal"

Parameter sebaran
meanlog sdlog
-0.1992856 0.6062568

10. Setelah mendapat sebaran dan parameternya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi sistem antrian. Sebaran dan parameter yang telah diduga merupakan input dari simulasi sistem yang dilakukan pada halaman “Simulasi”. Berikut adalah tampilan awal dari halaman simulasi:

ANALISIS SISTEM ANTRIAN DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS

UJI SEBARAN SIMULASI Tentang Aplikasi

Simulasi Sistem Antrian Karakteristik Sistem Antrian

Identitas Data Bangkitan

Sebaran Data Bangkitan

Waktu Antar Kedatangan
Eksponensial

Waktu Pelayanan Fase 1
LogNormal

Waktu Pelayanan Fase 2
LogNormal

Parameter 1 WAK

Tabel Hasil Simulasi

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Initial	C
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	Arrival 2	C
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	Departure 2	C

Masukkan input dari proses simulasi mulai dari sebaran, parameter, rata-rata banyak anggota kelompok dan lama waktu pelayanan dalam menit.

Pada bagian sebaran data, masukkan sebaran yang telah diidentifikasi yakni “Eksponensial” untuk “Waktu Antar Kedatangan” serta “Lognormal” untuk “Waktu Pelayanan Fase 1” dan “Waktu Pelayanan Fase 2”.

Sebaran Data Bangkitan

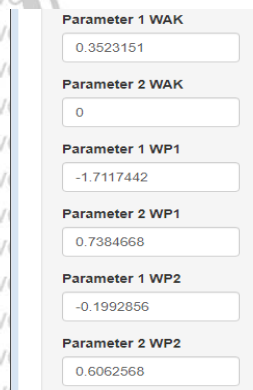
Waktu Antar Kedatangan
Eksponensial

Waktu Pelayanan Fase 1
LogNormal

Waktu Pelayanan Fase 2
LogNormal

0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 Departure 2

Sebagai contoh untuk data penelitian Simulasi Sistem Antrean Multifase dengan *Batch Arrival* (STUDI : Pelayanan Pencetakan E-KTP Disdukecapil Kabupaten Sambas), pada bagian parameter WAK, masukkan nilai penduga “rate” yakni 0,3523151 untuk “Parameter 1 WAK” sementara itu “Parameter 2 WAK” dibiarkan saja. Untuk parameter Waktu Pelayanan Fase 1, masukkkan nilai penduga “meanlog” yakni -1,7117442 pada “Parameter 1 WP1” dan masukkan nilai penduga “sdlog” yakni 0,7384668 pada “Parameter 2 WP1”. Untuk parameter Waktu Pelayanan Fase 2, masukkkan nilai penduga “meanlog” yakni -0,1992856 pada “Parameter 1 WP2” dan masukkan nilai penduga “sdlog” yakni 0,6062568 pada “Parameter 2 WP2”.



Parameter 1 WAK
0.3523151

Parameter 2 WAK
0

Parameter 1 WP1
-1.7117442

Parameter 2 WP1
0.7384668

Parameter 1 WP2
-0.1992856

Parameter 2 WP2
0.6062568

Pada inputan “Rata-Rata Kelompok” masukkan nilai yg telah diketahui dari halaman “Ringkasan Data” yakni 2. Terakhir pada inputan Lama Waktu Pelayanan masukkan nilai 120 karena pelayanan di Disdukcapil Kabupaten Sambas untuk penerimaan resi adalah selama 2 jam atau 120 menit. Setelah itu klik tombol “simulasikan”



Rata-Rata Kelompok
2

Lama Waktu Pelayanan
Dalam menit
120

simulasikan

11. Setelah dilakukan simulasi maka akan ditampilkan tabel hasil simulasi seperti berikut

KABUPATEN SAMBAS UJI SEBARAN SIMULASI Tentang Aplikasi

Tabel Hasil Simulasi

ID	Kluter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Initial	0.00	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.72	0.38	0.00	0.00	0.00	Arrival 1	1.72	0.76	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.76	0.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.76	Departure 1	1.72	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00	1.00
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.76	1.76	Arrival 2	1.72	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	0.00	2.33
1.00	1.00	0.00	0.00	2.33	0.76	4.09	Service 2	1.72	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.11
1.00	1.00	0.00	0.00	1.11	0.76	5.20	Service 2	1.72	9999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	1.00

12. Tabel hasil simulasi dapat disimpan ke dalam sebuah *spreadsheet* dengan mengklik tombol “Unduh Tabel” yang terletak di bawah tombol “Simulasikan”.

Dalam menit

120

simulasikan

Unduh Tabel

Download

5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	18.17	19.31	Departure 1
5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	18.17	20.31	Arrival 2
5.00	4.00	0.00	0.00	1.31	18.17	21.62	Service 2
5.00	4.00	0.00	0.00	0.58	18.17	22.20	Service 2
5.00	4.00	0.00	0.00	0.00	18.17	23.20	Departure 2
5.00	5.00	4.34	0.24	0.00	23.95	23.20	Arrival 1

13. Setelah dilakukan simulasi akan didapat karakteristik sistem antrian pada halaman “Karakteristik Sistem Antrian”. Setelah didapat karakteristik sistem antrian, maka proses simulasi selesai.

ANALISIS SISTEM ANTREAN DISDUKCAPIL KABUPATEN SAMBAS

UJI SEBARAN SIMULASI Tentang Aplikasi

Simulasi Sistem Antrian Karakteristik Sistem Antrian

Persentase waktu melayani server pada Fase 1

[1] "Dalam sehari, petugas loket melayani masyarakat untuk menerima resi pengambilan KTP selama 0 jam 16 menit 59 det"

Rata-rata Jumlah Orang yang mengantre pada Fase 1

[1] "Rata-rata jumlah masyarakat yang mengantre untuk memberikan resi adalah sebanyak 0 hingga 1 orang"

Rata-rata Jumlah Orang yang berada pada Fase 1

[1] "Rata-rata jumlah masyarakat pada fase 1 adalah sebanyak 0 hingga 1 orang"

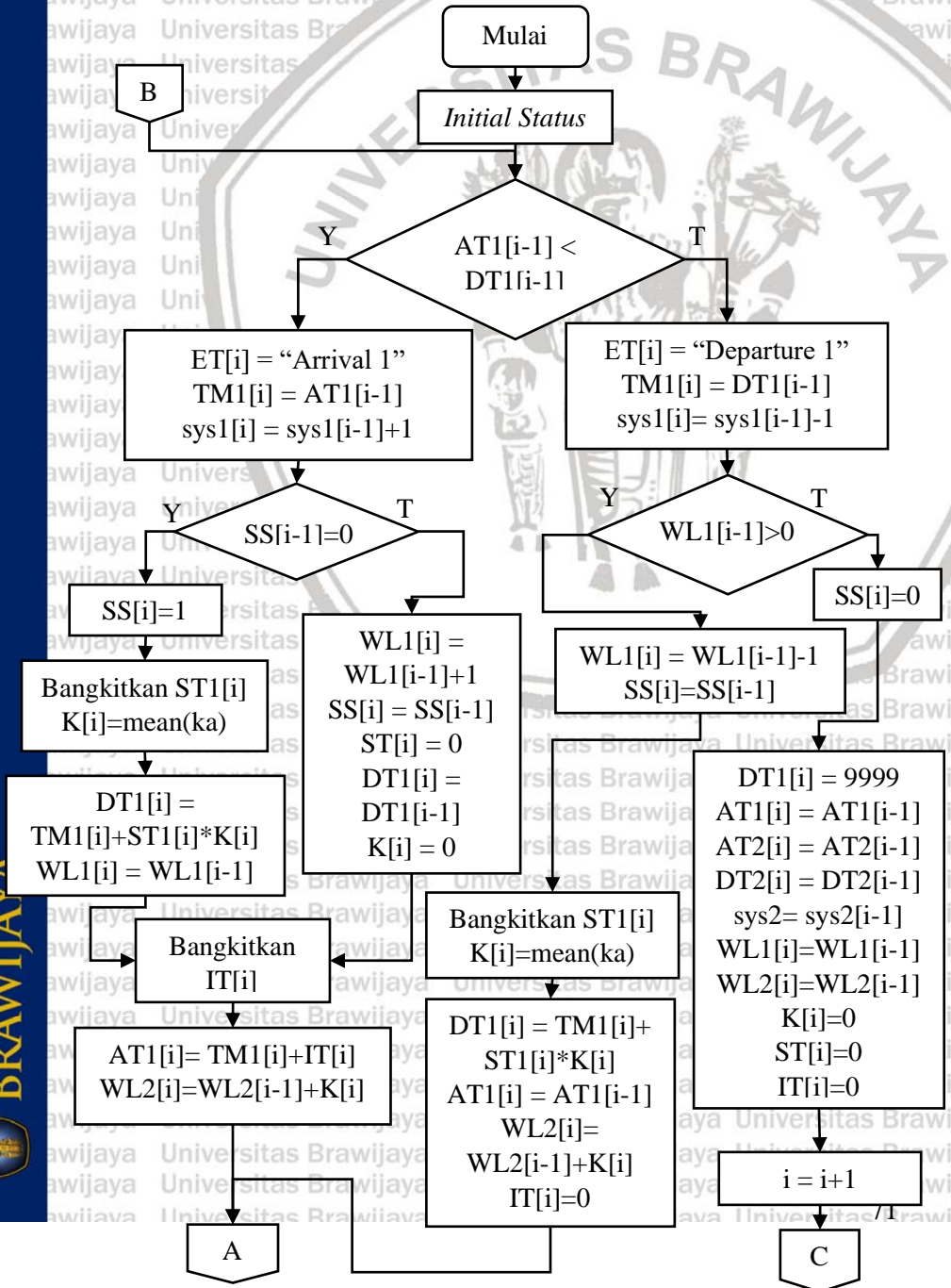
Rata-rata Lama Masyarakat Mengantre pada Fase 1

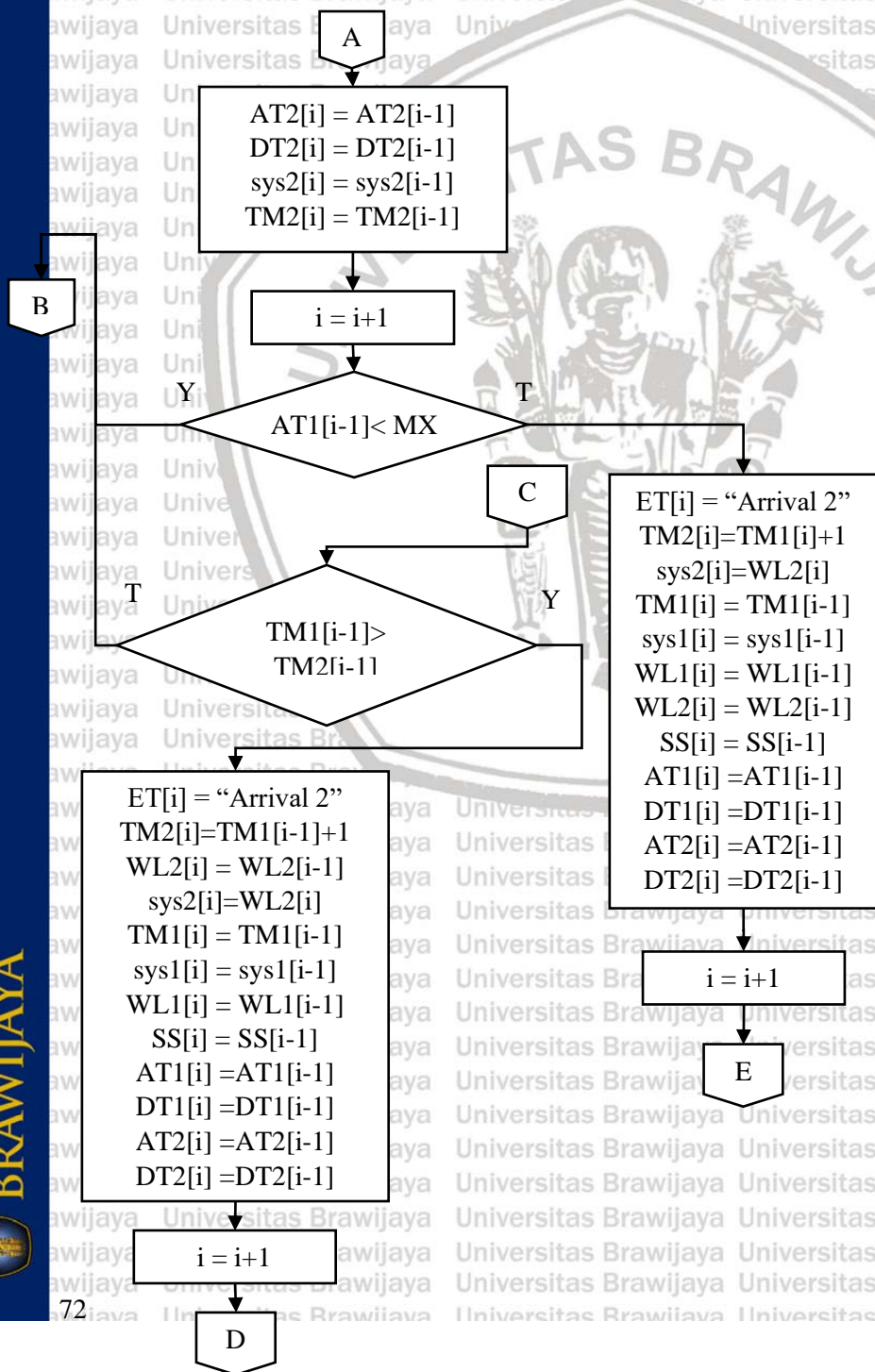
[1] "Rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam antrian untuk memberikan resi adalah selama 0 menit 1 detik"

Rata-rata Lama Waktu Masyarakat pada Fase 1

[1] "Rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam fase 1 adalah selama 0 menit 8 detik"

Lampiran 6. Algoritma Program Simulasi





Lampiran 7. Kodingan Lengkap Program Simulasi Sistem Antrean

```
library(shiny)

ui <- fluidPage(
  navbarPage("ANALISIS SISTEM ANTREAN DISDUKCAPIL
    KABUPATEN SAMBAS",
      tabPanel("UJI SEBARAN",
        tabsetPanel(type = "tabs",
          tabPanel("Input Data",
            sidebarLayout(
              sidebarPanel(
                h1("INPUT DATA"),
                fileInput("file1", "Choose CSV File",
                  multiple = FALSE,
                  accept = c("text/csv",
                    "text/comma-separated-
values,text/plain",
                      ".csv")),
                checkboxInput("header", "Baris
Teratas Adalah Judul Tabel", TRUE),
                radioButtons("disp", "Tampilkan",
                  choices = c(Sebagian =
"head",
                    Seluruhnya = "all"),
                  selected = "head"),
                radioButtons("sep", "Separator",
                  choices = c("Koma (,)" = ",",
                    "Titik Koma (;)" =
";",
                    "Tab" = "\t"),
                  selected = ";"),
                submitButton("Ubah Tampilan")
              ),
              mainPanel(
                h1("Data Terinput"),
```



```

        tableOutput("indata")
    )
)
),
tabPanel("Ringkasan Data",
    verbatimTextOutput("ringdata")
),
tabPanel("Uji Sebaran",
    h2("PValue dari pengujian Sebaran"),
    tableOutput("tabseb"),

    h6("=====")
    =====),
    h5("*dengan tarafnyata 5%, data
mengikuti suatu sebaran apabila p-value berada diatas 0,05"),
    h5(" apabila terdapat dua sebaran yang
memiliki p-value lebih dari 0,05, maka pilih sebaran dengan p-
value terbesar")
),
tabPanel("Pendugaan Parameter",
    sidebarLayout(
        sidebarPanel(
            h3("pilih sebaran yang akan diduga"),
            selectInput('wak', 'Waktu Antar
Kedatangan', choices = list(
'Eksponensial'='exp', 'LogNormal'='lnorm', 'Weibull'='weibull', "U
niform"="unif"
            ), selected = 'exp', selectize = FALSE),
            selectInput('wp1', 'Waktu Pelayanan',
choices = list(
'Eksponensial'='exp', 'LogNormal'='lnorm', 'Weibull'='weibull', "U
niform"="unif"
            ), selected = 'exp', selectize = FALSE),

```

```

selectInput('wp2', 'Waktu Vacation',
choices = list(
  'Eksponensial'='exp', 'LogNormal'='lnorm', 'Weibull'='weibull', 'Uniform'='unif'
), selected = 'exp', selectize = FALSE),
submitButton("Duga Parameter")
),
mainPanel(
  h2("Waktu Antar Kedatangan"),
  h5("Sebaran"),
  verbatimTextOutput("sebaranwak"),
  h5("Parameter sebaran"),
  verbatimTextOutput("paramwak"),
  h2("Waktu Pelayanan Fase 1"),
  h5("Sebaran"),
  verbatimTextOutput("sebaranwp1"),
  h5("Parameter sebaran"),
  verbatimTextOutput("paramwp1"),
  h2("Waktu Pelayanan Fase 2"),
  h5("Sebaran"),
  verbatimTextOutput("sebaranwp2"),
  h5("Parameter sebaran"),
  verbatimTextOutput("paramwp2")
)
),
tabPanel("SIMULASI",
  tabsetPanel(type = "tabs",
    tabPanel("Simulasi Sistem Antrean",
      sidebarLayout(
        sidebarPanel(
          h2("Identitas Data Bangkitan"),
          h3("Sebaran Data Bangkitan"),

```

```

selectInput('wakb', 'Waktu Antar
Kedatangan', choices = list(
'Eksponensial'='exp','LogNormal'='lnorm','Weibull'='weibull',"U
niform"="unif"
), selected = 'exp',selectize =
FALSE),
selectInput('wp1b', 'Waktu
Pelayanan', choices = list(
'Eksponensial'='exp','LogNormal'='lnorm','Weibull'='weibull',"U
niform"="unif"
), selected = 'lnorm',selectize =
FALSE),
selectInput('wp2b', 'Waktu Vacation',
choices = list(
'Eksponensial'='exp','LogNormal'='lnorm','Weibull'='weibull',"U
niform"="unif"
), selected = 'lnorm',selectize =
FALSE),
numericInput("par1wak","Parameter
1 WAK",0),
numericInput("par2wak","Parameter
2 WAK",0),
numericInput("par1wp1","Parameter
1 WP1",0),
numericInput("par2wp1","Parameter
2 WP1",0),
numericInput("par1wp2","Parameter
1 WP2",0),
numericInput("par2wp2","Parameter
2 WP2",0),
numericInput("rka","Rata-Rata
Kelompok",0),

```



```

h3("Lama Waktu Pelayanan"),
numericInput("waktu1","Dalam
menit",0),

submitButton("simulasikan"),
h5("Unduh Tabel"),
downloadButton("downloadData",
"Download")
),
mainPanel(
h2("Tabel Hasil Simulasi"),
tableOutput("simul1")
)
),
tabPanel("Karakteristik Sistem Antrean",
h5("Persentase waktu melayani server
pada Fase 1"),
verbatimTextOutput("perser1"),
h5("Rata-rata Jumlah Orang yang
mengantre pada Fase 1"),
verbatimTextOutput("LQ1"),
h5("Rata-rata Jumlah Orang yang
berada pada Fase 1"),
verbatimTextOutput("L1"),
h5("Rata-rata Lama Masyarakat
Mengantre pada Fase 1"),
verbatimTextOutput("WQ1"),
h5("Rata-rata Lama Waktu Masyarakat
pada Fase 1"),
verbatimTextOutput("W1"),
h5("Nilai harapan banyak pengguna
layanan di dalam sistem fase 1 menuju fase 2"),
verbatimTextOutput("L12"),
h5("Nilai harapan waktu tunggu fase 1
menuju fase 2"),

```

```
verbatimTextOutput("W12"),  
h5("Persentase waktu melayani server  
  
verbatimTextOutput("perser2"),  
h5("Rata-rata Jumlah Resi yang  
ada Fase 2"),  
verbatimTextOutput("LQ2"),  
h5("Rata-rata Jumlah Resi pada Fase  
  
verbatimTextOutput("L2"),  
h5("Rata-rata Lama Resi Mengantre  
  
verbatimTextOutput("WQ2"),  
h5("Rata-rata Lama Waktu Resi Berada  
  
verbatimTextOutput("W2")  
)  
)  
)
```

```

))
server <- function(input, output, session) {
  output$indata = renderTable({
    req(input$file1)
    tryCatch(
      {
        df <- read.csv(input$file1$datapath,
          header = input$header,
          sep = input$sep,
          quote = input$quote)
      },
      error = function(e) {
        stop(safeError(e))
      }
    )
    if(input$disp == "head") {
      return(head(df))
    }
    else {
      return(df)
    }
  })
}

```

```

output$ringdata<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
    {
      df <- read.csv(input$file1$datapath,
        header = input$header,
        sep = input$sep,
        quote = input$quote)
    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
}

```



```

    }
  )
  summary(df)
})

output$tabseb=renderTable({
  req(input$file1)
  tryCatch(
    {
      df <- read.csv(input$file1$datapath,
        header = input$header,
        sep = input$sep,
        quote = input$quote)
    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
  library(EnvStats)
  wakexp = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution = "exp"
);pwakexp=round(wakexp$p.value,4)
  waklnorm = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution =
"Inorm" );pwaklnorm=round(waklnorm$p.value,4)
  wakwei = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution = "weibull"
);pwakwei=round(wakwei$p.value,4)
  waku = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution = "unif"
);pwaku=round(waku$p.value,4)
  uji_sebaran_wak = c(pwakexp,pwaklnorm,pwakwei,pwaku)

  wp1exp = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution = "exp"
);pwp1exp=round(wp1exp$p.value,4)
  wp1lnorm = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution =
"Inorm" );pwp1lnorm=round(wp1lnorm$p.value,4)
  wp1wei = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution =
"weibull" );pwp1wei=round(wp1wei$p.value,4)

```

```

wp1u = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution = "unif"
);pwp1u=round(wp1u$p.value,4)
uji_sebaran_wp1 = c(pwp1exp,pwp1lnorm,pwp1wei,pwp1u)

wp2exp = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution = "exp"
);pwp2exp=round(wp2exp$p.value,4)
wp2lnorm = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution =
"lnorm" );pwp2lnorm=round(wp2lnorm$p.value,4)
wp2wei = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution =
"weibull" );pwp2wei=round(wp2wei$p.value,4)
wp2u = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution = "unif"
);pwp2u=round(wp2u$p.value,4)
uji_sebaran_wp2 = c(pwp2exp,pwp2lnorm,pwp2wei,pwp2u)

tabelsebaran = data.frame(Sebaran = c("eksponensial","log
normal","weibull","uniform"),uji_sebaran_wak,uji_sebaran_wp1,u
ji_sebaran_wp2)
return(tabelsebaran)
})

output$sebaranwak<-renderPrint({
req(input$file1)
tryCatch(
{
df <- read.csv(input$file1$datapath,
header = input$header,
sep = input$sep,
quote = input$quote)
},
error = function(e) {
stop(safeError(e))
}
)
library(EnvStats)

```

```

gofwp1 = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution =
input$wak )
return(gofwp1$distribution)
})

output$sebaranwp1<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
    {
      df <- read.csv(input$file1$sdatapath,
        header = input$header,
        sep = input$sep,
        quote = input$quote)
    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
  library(EnvStats)
  gofwp2 = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution =
input$swp1 )
return(gofwp2$distribution)
})

output$sebaranwp2<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
    {
      df <- read.csv(input$file1$sdatapath,
        header = input$header,
        sep = input$sep,
        quote = input$quote)
    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
})

```



```

    }
  )
  library(EnvStats)
  gofwp3 = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution =
input$w2 )
  return(gofwp3$distribution)
})

output$paramwak<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
  {
    df <- read.csv(input$file1$datapath,
      header = input$header,
      sep = input$sep,
      quote = input$quote)
  },
  error = function(e) {
    stop(safeError(e))
  }
)
  library(EnvStats)
  gofwp1 = gofTest(y = df[,1],test = "sw",distribution =
input$wak )
  return(gofwp1$distribution.parameters)
})

output$paramwp1<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
  {
    df <- read.csv(input$file1$datapath,
      header = input$header,
      sep = input$sep,
      quote = input$quote)
  },
  error = function(e) {
    stop(safeError(e))
  }
)
  library(EnvStats)
  gofwp2 = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution =
input$w2 )
  return(gofwp2$distribution)
})

```

```

    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
  library(EnvStats)
  gofwp2 = gofTest(y = df[,2],test = "sw",distribution =
input$wp1 )
  return(gofwp2$distribution.parameters)
})

output$paramwp2<-renderPrint({
  req(input$file1)
  tryCatch(
    {
      df <- read.csv(input$file1$ddatapath,
        header = input$header,
        sep = input$sep,
        quote = input$quote)
    },
    error = function(e) {
      stop(safeError(e))
    }
  )
  library(EnvStats)
  gofwp3 = gofTest(y = df[,3],test = "sw",distribution =
input$wp2 )
  return(gofwp3$distribution.parameters)
})

simulasi = function (waktu, dwak, dwp1, dwp2,
par1wak,par2wak,par1wp1,par2wp1,par1wp2,par2wp2,rataka) {
ET=c("Initial");TM1=c(0);TM2=c(0);sys1=c(0);sys2=c(0);WL1=
c(0);WL2=c(0);BE1=c(0);BE2=c(0);ID=c(0);Kloter=c(1,1)

```

```
SS=c(0);SS2=c(0);K=c(0);AT1=c(0);DT1=c(9999);AT2=c(0);DT
2=c(0);IT=c(0);ST1=c(0);ST2=c(0);i=2
```

```
while(AT1[i-1]<waktu){
  ifelse({ AT1[i-1]<DT1[i-1]},
    {ET[i]="Arrival 1";TM1[i]=AT1[i-1];sys1[i]=sys1[i-
1]+1;ID[i]=ID[i-1]+1;Kloter[i+1]=Kloter[i]
    ifelse({SS[i-1]==0},
      {SS[i]=1;WL1[i]=WL1[i-1];
      K[i]=rataka
      if
      (dwp1=="lnorm"){ST1[i]=rlnorm(1,par1wp1,par2wp1)} else
      {if (dwp1=="exp"){ST1[i]=rexp(1,par1wp1)} else
      {if
      (dwp1=="chisq"){ST1[i]=rchisq(1,par1wp1,par2wp1)}else
      {if
      (dwp1=="weibull"){ST1[i]=rweibull(1,par1wp1,par2wp1)}else
      {if
      (dwp1=="unif"){ST1[i]=runif(1,par1wp1,par2wp1)}else next}}}}
      DT1[i]=TM1[i]+ST1[i]*K[i],
      {SS[i]=SS[i-1];WL1[i]=WL1[i-
1]+1;K[i]=0;ST1[i]=0;DT1[i]=DT1[i-1]})
      if (dwak=="lnorm"){IT[i]=rlnorm(1,par1wak,par2wak)}
else
      {if (dwak=="exp"){IT[i]=rexp(1,par1wak)} else
      {if
      (dwak=="chisq"){IT[i]=rchisq(1,par1wak,par2wak)}else
      {if
      (dwak=="weibull"){IT[i]=rweibull(1,par1wak,par2wak)}else
      {if (dwak=="unif"){IT[i]=runif(1,par1wak,par2wak)}else
      next}}}}
      AT1[i]=TM1[i]+IT[i];WL2[i]=WL2[i-1]+K[i]
      AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];sys2[i]=sys2[i-
1];TM2[i]=TM2[i-1];ST2[i]=0;SS2[i]=0
```




```

BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1]
i=i+1},
{ET[i]="Departure 1";TM1[i]=DT1[i-1];sys1[i]=sys1[i-
1]-1;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
ifelse({WL1[i-1]>0},
    {SS[i]=SS[i-1];WL1[i]=WL1[i-1]-1;
    if
(dwp1=="lnorm"){ST1[i]=rlnorm(1,par1wp1,par2wp1)} else
    {if (dwp1=="exp"){ST1[i]=rexp(1,par1wp1)} else
    {if
(dwp1=="chisq"){ST1[i]=rchisq(1,par1wp1,par2wp1)}else
    {if
(dwp1=="weibull"){ST1[i]=rweibull(1,par1wp1,par2wp1)}else
    {if
(dwp1=="unif"){ST1[i]=runif(1,par1wp1,par2wp1)}else next}}}}
K[i]=rataka;DT1[i]=TM1[i]+ST1[i]*K[i];IT[i]=0;AT1[i]=AT1[i-
1];WL2[i]=WL2[i-1]+K[i];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-
1];sys2[i]=sys2[i-1];TM2[i]=TM2[i-1];ST2[i]=0
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-
1];SS2[i]=0
i=i+1},
{SS[i]=0;WL1[i]=WL1[i-
1];ST1[i]=0;K[i]=0;DT1[i]=9999;IT[i]=0;AT1[i]=AT1[i-
1];WL2[i]=WL2[i-1]+K[i];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-
1];sys2[i]=WL2[i-1];TM2[i]=TM2[i-1];ST2[i]=0
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-
1];SS2[i]=1
i=i+1
if (AT1[i-1]>TM2[i-1]) {
    ET[i]="Arrival 2";ID[i]=ID[i-
1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
    TM2[i]=max(TM1[i-1]+1,TM2[i-1]+1)
    TM2[i-1]=TM2[i]-1
    sys2[i]=WL2[i-1];AT2[i]=TM2[i]

```

```

WL2[i]=WL2[i-1];TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];
WL1[i]=WL1[i-1];SS[i]=SS[i-1];
AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];IT[i]=0;ST1[i]=0;ST2[i]=0;K[i]=0
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1];SS2[i]=1
i=i+1
while (WL2[i-1]>0) {
    ET[i]="Service 2";WL2[i]=WL2[i-1]-1;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
    if
    (dwp2=="lnorm"){ST2[i]=rlnorm(1,par1 wp2,par2wp2)} else
    {if (dwp2=="exp"){ST2[i]=rexp(1,par1 wp2)} else
    {if
    (dwp2=="chisq"){ST2[i]=rchisq(1,par1 wp2,par2wp2)}else
    {if
    (dwp2=="weibull"){ST2[i]=rweibull(1,par1 wp2,par2wp2)}else
    {if
    (dwp2=="unif"){ST2[i]=runif(1,par1 wp2,par2wp2)}else next}}}}
    TM2[i]=TM2[i-1]+ST2[i];sys2[i]=sys2[i-1];TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];WL1[i]=WL1[i-1];SS[i]=SS[i-1]
    AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-1];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];IT[i]=0;ST1[i]=0;K[i]=0
    BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1];SS2[i]=1
    i=i+1
}
ET[i]="Departure 2";WL2[i]=WL2[i-1];TM2[i]=TM2[i-1]+1;sys2[i]=0;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]+1
IT[i]=0;ST1[i]=0;ST2[i]=0;K[i]=0
TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];WL1[i]=WL1[i-1];SS[i]=SS[i-1];AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-1];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1]

```



```

BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-
TM2[i-1];SS2[i]=0
    i=i+1
    } else next
    })
    })
}

while(sys1[i-1]>0) {
    while(WL1[i-1]>0) {
        ET[i]="Departure 1";TM1[i]=DT1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1]-
1;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
        SS[i]=SS[i-1];WL1[i]=WL1[i-1]-1;
        if (dwp1=="lnorm"){ST1[i]=rlnorm(1,par1wp1,par2wp1)}
    else
        { if (dwp1=="exp"){ST1[i]=rexp(1,par1wp1)} else
        { if
        (dwp1=="chisq"){ST1[i]=rchisq(1,par1wp1,par2wp1)}else
        { if
        (dwp1=="weibull"){ST1[i]=rweibull(1,par1wp1,par2wp1)}else
        { if (dwp1=="unif"){ST1[i]=runif(1,par1wp1,par2wp1)}else
        next}}}}

K[i]=rataka;DT1[i]=TM1[i]+ST1[i]*K[i];IT[i]=0;AT1[i]=AT1[i-
1];WL2[i]=WL2[i-1]+K[i];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-
1];sys2[i]=sys2[i-1];TM2[i]=TM2[i-1];ST2[i]=0
    BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-
1];SS2[i]=0
    i=i+1
    }
    ET[i]="Departure 1";TM1[i]=DT1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1]-
1;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
    SS[i]=0;WL1[i]=WL1[i-
1];ST1[i]=0;K[i]=0;DT1[i]=9999;IT[i]=0;AT1[i]=AT1[i-

```



```
1];WL2[i]=WL2[i-1]+K[i];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];sys2[i]=WL2[i-1];TM2[i]=TM2[i-1];ST2[i]=0
```

```
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1];SS2[i]=1
i=i+1}
```

```
ET[i]="Arrival 2";ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
TM2[i]=max(TM1[i-1]+1,TM2[i-1]+1)
```

```
TM2[i-1]=TM2[i]-1
```

```
sys2[i]=WL2[i-1];AT2[i]=TM2[i]
```

```
WL2[i]=WL2[i-1];TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];WL1[i]=WL1[i-1];SS[i]=SS[i-1];
```

```
AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];IT[i]=0;ST1[i]=0;ST2[i]=0;K[i]=0
```

```
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1];SS2[i]=1
```

```
i=i+1
```

```
while (WL2[i-1]>0) {
```

```
ET[i]="Service 2";WL2[i]=WL2[i-1]-1;ID[i]=ID[i-1];Kloter[i+1]=Kloter[i]
```

```
if (dwp2=="lnorm"){ST2[i]=rlnorm(1,par1wp2,par2wp2)}
```

```
else
```

```
{if (dwp2=="exp"){ST2[i]=rexp(1,par1wp2)} else
```

```
{if (dwp2=="chisq"){ST2[i]=rchisq(1,par1wp2,par2wp2)}else
```

```
{if
```

```
(dwp2=="weibull"){ST2[i]=rweibull(1,par1wp2,par2wp2)}else
```

```
{if (dwp2=="unif"){ST2[i]=runif(1,par1wp2,par2wp2)}else
```

```
next}}}
```

```
TM2[i]=TM2[i-1]+ST2[i];sys2[i]=sys2[i-1];TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];WL1[i]=WL1[i-1];SS[i]=SS[i-1]
```

```
AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-1];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1];IT[i]=0;ST1[i]=0;K[i]=0
```

```
BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1];SS2[i]=1
```

```
i=i+1
```

```

    }
    ET[i]="Departure 2";WL2[i]=WL2[i-1];TM2[i]=TM2[i-
1]+1;sys2[i]=0;ID[i]=ID[i-1]
    IT[i]=0;ST1[i]=0;ST2[i]=0;K[i]=0
    TM1[i]=TM1[i-1];sys1[i]=sys1[i-1];WL1[i]=WL1[i-
1];SS[i]=SS[i-1];AT1[i]=AT1[i-1];DT1[i]=DT1[i-
1];AT2[i]=AT2[i-1];DT2[i]=DT2[i-1]
    BE1[i-1]=TM1[i]-TM1[i-1];BE2[i-1]=TM2[i]-TM2[i-1]
    BE1[i]=0;BE2[i]=0;SS2[i]=0
    tabel =
data.frame(ID,Kloter,IT,ST1,ST2,TM1,TM2,ET,AT1,DT1,K,sys1
,SS,WL1,sys2,SS2,WL2,BE1,BE2);head(tabel)
    return(tabel)
  }
  tabel= reactive(
  { simulasi(input$waktu1, input$wakb, input$wpl1b,
input$wpl2b,
    input$par1wak,input$par2wak,
    input$par1wpl1,input$par2wpl1,
    input$par1wpl2,input$par2wpl2, input$rka)}
  )
  output$simul1 = renderTable({
    tabel()
  })
  output$downloadData <- downloadHandler(
    filename = function() {
      paste("hasil simulasi.csv",".csv", sep = "")
    },
    content = function(file) {
      write.csv(tabel(), file, row.names = FALSE)
    }
  )
}

```

```

output$perser1=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Dalam sehari, petugas loket melayani masyarakat untuk
menerima resi pengambilan KTP
selama",floor(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$SS)/60),"ja
m",round(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$SS)%%60),"me
nit",round(((sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$SS)%%60)%
%1)*60),"detik,
atau",round(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$SS)*100/inpu
t$waktu1,2),"% dari jam kerja dalam sehari")
})

output$LQ1=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata jumlah masyarakat yang mengantre untuk
memberikan resi adalah
sebanyak",floor(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$WL1)/inp
ut$waktu1),"hingga",ceiling(sum(TABELNYA$BE1*TABELNY
A$WL1*TABELNYA$SS)/input$waktu1),"orang")
})

output$L1=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata jumlah masyarakat pada fase 1 adalah
sebanyak",floor(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$sys1)/inp
ut$waktu1),"hingga",ceiling(sum(TABELNYA$BE1*TABELNY
A$sys1*TABELNYA$SS)/input$waktu1),"orang")
})

output$WQ1=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam
antrean untuk memberikan resi adalah
selama",floor(((sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$WL1)))/(

```



```

mean(TABELNYA$K)*(sum(TABELNYA$AT1)/max(TABELN
YA$ID))), "menit", round((((sum(TABELNYA$BE1*TABELNY
A$WL1)))/(mean(TABELNYA$K)*(sum(TABELNYA$AT1)/ma
x(TABELNYA$ID))))% % 1)*60, "detik")
})

output$W1=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata waktu yang dihabiskan masyarakat dalam fase
1 adalah
selama", floor((((sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$sys1)))/(m
ean(TABELNYA$K)*(sum(TABELNYA$AT1)/max(TABELNY
A$ID))), "menit", round((((sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA
$sys1)))/(mean(TABELNYA$K)*(sum(TABELNYA$AT1)/max(
TABELNYA$ID))))% % 1)*60, "detik")
})

output$L12=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata jumlah jumlah resi yang menunggu untuk
diproses pada fase 2 adalah
sebanyak", floor(sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$WL2)/inp
ut$waktu1), "hingga", ceiling(sum(TABELNYA$BE1*TABELNY
A$WL2)/input$waktu1), "resi")
})

output$W12=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata waktu tunggu resi sebelum diproses ke fase 2
adalah
selama", floor((((sum(TABELNYA$BE1*TABELNYA$WL2)))/(
max(TABELNYA$ID))), "menit", round((((sum(TABELNYA$BE
1*TABELNYA$WL2)))/(max(TABELNYA$ID))))% % 1)*60, "det
ik")
})

```

```
output$perser2=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Dalam sehari, waktu yang diperlukan petugas untuk
  memilah KTP adalah
  selama",floor(sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$SS2)/60),"ja
  m",round(sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$SS2)%%60),"m
  enit",round(((sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$SS2)%%60)
  %%1)*60),"detik,
  atau",round(sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$SS2)*100/inp
  ut$waktu1,2),"% dari jam kerja dalam sehari")
})
```

```
output$LQ2=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata jumlah resi yang mengantre setelah masuk fase
  2 adalah
  sebanyak",floor(sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$WL2)/inp
  ut$waktu1),"hingga",ceiling(sum(TABELNYA$BE1*TABELNY
  A$WL1*TABELNYA$SS)/sum(TABELNYA$BE1)),"orang")
})
```

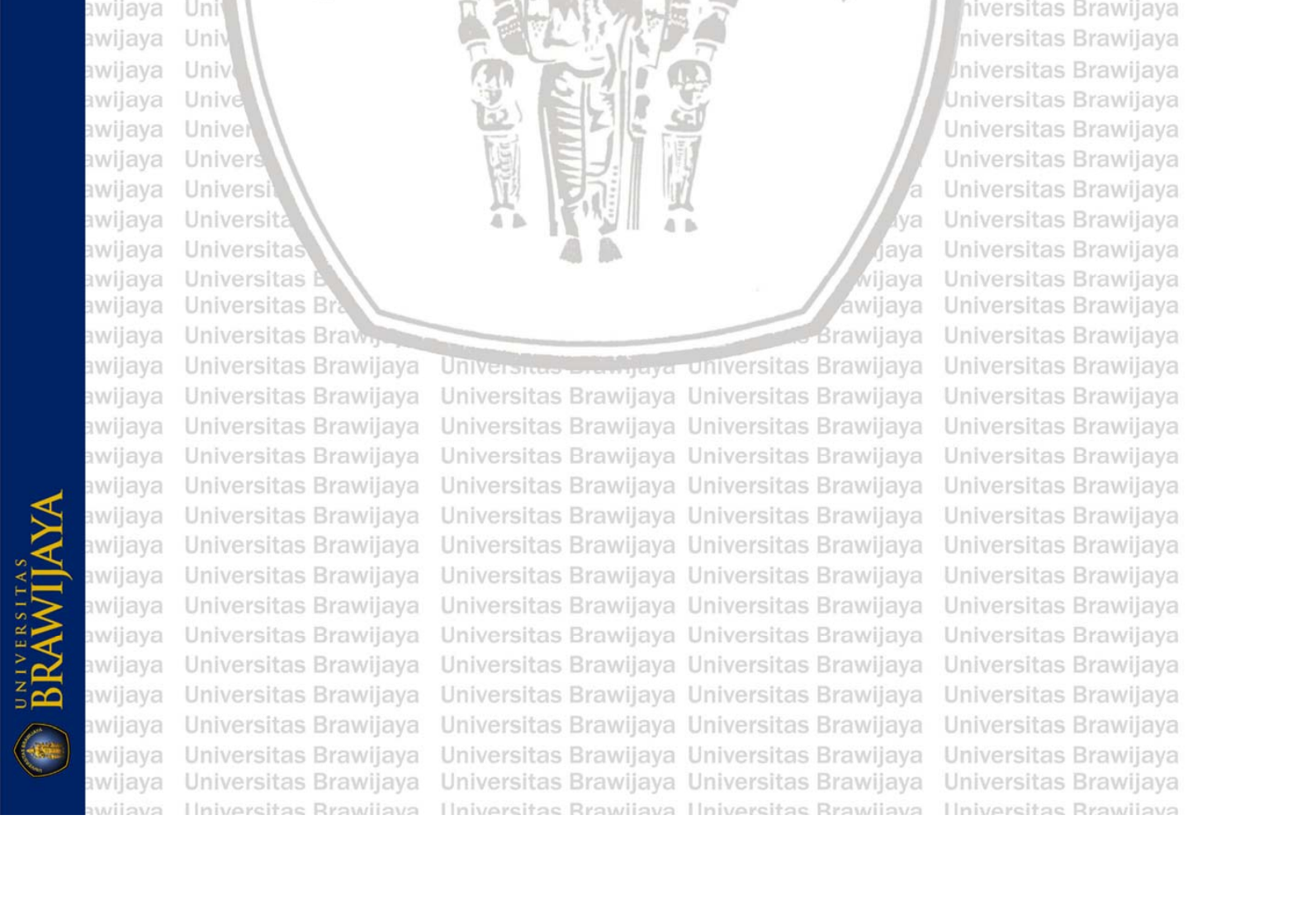
```
output$L2=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata jumlah resi pada fase 1 adalah
  sebanyak",floor(sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$sys2)/inp
  ut$waktu1),"hingga",ceiling(sum(TABELNYA$BE2*TABELNY
  A$sys2)/input$waktu1),"orang")
})
```

```
output$WQ2=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata waktu tunggu resi setelah masuk ke fase 2
  adalah
  selama",floor(((sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$WL2)))/(
```

```

max(TABELNYA$ID))), "menit", round((((sum(TABELNYA$BE
2*TABELNYA$WL2)))/(max(TABELNYA$ID)))%%1)*60), "det
ik")
})
output$W2=renderPrint({
  TABELNYA = tabel()
  paste("Rata-rata waktu yang dihabiskan resi pada fase 2 adalah
selama", floor((((sum(TABELNYA$BE2*TABELNYA$sys2)))/(m
ax(TABELNYA$ID))), "menit", round((((sum(TABELNYA$BE2
*TABELNYA$sys2)))/(max(TABELNYA$ID)))%%1)*60), "detik
")
})
}
shinyApp(ui, server)

```

Lampiran 8. Tabel Hasil Simulasi Antrean

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Initial	0.00	9999.00	0	0	0	0
1	1	1.18	0.29	0.00	0.00	0.00	Arrival 1	1.18	0.57	2	1	1	0
1	1	0.00	0.00	0.00	0.57	0.57	Departure 1	1.18	9999.00	0	0	0	0
1	1	0.00	0.00	0.00	0.57	1.57	Arrival 2	1.18	9999.00	0	0	0	0
1	1	0.00	0.00	0.35	0.57	1.92	Service 2	1.18	9999.00	0	0	0	0
1	1	0.00	0.00	1.09	0.57	3.01	Service 2	1.18	9999.00	0	0	0	0
1	1	0.00	0.00	0.00	0.57	4.01	Departure 2	1.18	9999.00	0	0	0	0
2	2	0.90	0.76	0.00	1.18	4.01	Arrival 1	2.09	2.70	2	1	1	0
3	2	0.36	0.00	0.00	2.09	4.01	Arrival 1	2.45	2.70	0	2	1	1
4	2	5.14	0.00	0.00	2.45	4.01	Arrival 1	7.59	2.70	0	3	1	2
4	2	0.00	0.03	0.00	2.70	4.01	Departure 1	7.59	2.76	2	2	1	1
4	2	0.00	0.19	0.00	2.76	4.01	Departure 1	7.59	3.15	2	1	1	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
4	2	0.00	0.00	0.00	3.15	4.01	Departure 1	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.00	3.15	5.01	Arrival 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	1.06	3.15	6.07	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.73	3.15	6.80	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.29	3.15	7.09	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.27	3.15	7.36	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.52	3.15	7.88	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.47	3.15	8.35	Service 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
4	2	0.00	0.00	0.00	3.15	9.35	Departure 2	7.59	9999.00	0	0	0	0
5	3	10.26	0.09	0.00	7.59	9.35	Arrival 1	17.84	7.77	2	1	1	0
5	3	0.00	0.00	0.00	7.77	9.35	Departure 1	17.84	9999.00	0	0	0	0
5	3	0.00	0.00	0.00	7.77	10.35	Arrival 2	17.84	9999.00	0	0	0	0
5	3	0.00	0.00	0.69	7.77	11.04	Service 2	17.84	9999.00	0	0	0	0
5	3	0.00	0.00	1.12	7.77	12.16	Service 2	17.84	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
5	3	0.00	0.00	0.00	7.77	13.16	Departure 2	17.84	9999.00	0	0	0	0
6	4	3.21	0.14	0.00	17.84	13.16	Arrival 1	21.06	18.12	2	1	1	0
6	4	0.00	0.00	0.00	18.12	18.12	Departure 1	21.06	9999.00	0	0	0	0
6	4	0.00	0.00	0.00	18.12	19.12	Arrival 2	21.06	9999.00	0	0	0	0
6	4	0.00	0.00	0.33	18.12	19.44	Service 2	21.06	9999.00	0	0	0	0
6	4	0.00	0.00	0.51	18.12	19.96	Service 2	21.06	9999.00	0	0	0	0
6	4	0.00	0.00	0.00	18.12	20.96	Departure 2	21.06	9999.00	0	0	0	0
7	5	0.31	0.18	0.00	21.06	20.96	Arrival 1	21.37	21.41	2	1	1	0
8	5	1.94	0.00	0.00	21.37	20.96	Arrival 1	23.30	21.41	0	2	1	1
8	5	0.00	0.37	0.00	21.41	20.96	Departure 1	23.30	22.16	2	1	1	0
8	5	0.00	0.00	0.00	22.16	22.16	Departure 1	23.30	9999.00	0	0	0	0
8	5	0.00	0.00	0.00	22.16	23.16	Arrival 2	23.30	9999.00	0	0	0	0
8	5	0.00	0.00	0.22	22.16	23.38	Service 2	23.30	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
8	5	0.00	0.00	1.34	22.16	24.73	Service 2	23.30	9999.00	0	0	0	0
8	5	0.00	0.00	1.50	22.16	26.23	Service 2	23.30	9999.00	0	0	0	0
8	5	0.00	0.00	1.43	22.16	27.66	Service 2	23.30	9999.00	0	0	0	0
8	5	0.00	0.00	0.00	22.16	28.66	Departure 2	23.30	9999.00	0	0	0	0
9	6	2.09	0.08	0.00	23.30	28.66	Arrival 1	25.39	23.47	2	1	1	0
9	6	0.00	0.00	0.00	23.47	28.66	Departure 1	25.39	9999.00	0	0	0	0
10	6	3.79	0.05	0.00	25.39	28.66	Arrival 1	29.18	25.50	2	1	1	0
10	6	0.00	0.00	0.00	25.50	28.66	Departure 1	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	0.00	25.50	29.66	Arrival 2	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	0.43	25.50	30.09	Service 2	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	1.94	25.50	32.03	Service 2	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	1.30	25.50	33.32	Service 2	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	0.25	25.50	33.57	Service 2	29.18	9999.00	0	0	0	0
10	6	0.00	0.00	0.00	25.50	34.57	Departure 2	29.18	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
11	7	3.60	0.19	0.00	29.18	34.57	Arrival 1	32.78	29.57	2	1	1	0
11	7	0.00	0.00	0.00	29.57	34.57	Departure 1	32.78	9999.00	0	0	0	0
12	7	0.88	0.87	0.00	32.78	34.57	Arrival 1	33.66	34.51	2	1	1	0
13	7	5.02	0.00	0.00	33.66	34.57	Arrival 1	38.68	34.51	0	2	1	1
13	7	0.00	0.09	0.00	34.51	34.57	Departure 1	38.68	34.70	2	1	1	0
13	7	0.00	0.00	0.00	34.70	34.70	Departure 1	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.00	34.70	35.70	Arrival 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.48	34.70	36.18	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	1.04	34.70	37.22	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.96	34.70	38.18	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	1.00	34.70	39.18	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.54	34.70	39.72	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.54	34.70	40.26	Service 2	38.68	9999.00	0	0	0	0
13	7	0.00	0.00	0.00	34.70	41.26	Departure 2	38.68	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
14	8	0.26	0.19	0.00	38.68	41.26	Arrival 1	38.94	39.06	2	1	1	0
15	8	5.35	0.00	0.00	38.94	41.26	Arrival 1	44.29	39.06	0	2	1	1
15	8	0.00	0.28	0.00	39.06	41.26	Departure 1	44.29	39.62	2	1	1	0
15	8	0.00	0.00	0.00	39.62	41.26	Departure 1	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.00	39.62	42.26	Arrival 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.51	39.62	42.77	Service 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.58	39.62	43.35	Service 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.57	39.62	43.93	Service 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.79	39.62	44.71	Service 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
15	8	0.00	0.00	0.00	39.62	45.71	Departure 2	44.29	9999.00	0	0	0	0
16	9	1.65	0.32	0.00	44.29	45.71	Arrival 1	45.95	44.93	2	1	1	0
16	9	0.00	0.00	0.00	44.93	45.71	Departure 1	45.95	9999.00	0	0	0	0
16	9	0.00	0.00	0.00	44.93	46.71	Arrival 2	45.95	9999.00	0	0	0	0
16	9	0.00	0.00	1.58	44.93	48.30	Service 2	45.95	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
16	9	0.00	0.00	0.83	44.93	49.13	Service 2	45.95	9999.00	0	0	0	0
16	9	0.00	0.00	0.00	44.93	50.13	Departure 2	45.95	9999.00	0	0	0	0
17	10	2.24	0.10	0.00	45.95	50.13	Arrival 1	48.19	46.14	2	1	1	0
17	10	0.00	0.00	0.00	46.14	50.13	Departure 1	48.19	9999.00	0	0	0	0
18	10	0.15	0.21	0.00	48.19	50.13	Arrival 1	48.34	48.62	2	1	1	0
19	10	0.04	0.00	0.00	48.34	50.13	Arrival 1	48.38	48.62	0	2	1	1
20	10	4.89	0.00	0.00	48.38	50.13	Arrival 1	53.27	48.62	0	3	1	2
20	10	0.00	0.29	0.00	48.62	50.13	Departure 1	53.27	49.20	2	2	1	1
20	10	0.00	0.17	0.00	49.20	50.13	Departure 1	53.27	49.54	2	1	1	0
20	10	0.00	0.00	0.00	49.54	50.13	Departure 1	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.00	49.54	51.13	Arrival 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.31	49.54	51.44	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.90	49.54	52.34	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
20	10	0.00	0.00	0.50	49.54	52.85	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.82	49.54	53.67	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.36	49.54	54.03	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.72	49.54	54.74	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.57	49.54	55.32	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.43	49.54	55.75	Service 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
20	10	0.00	0.00	0.00	49.54	56.75	Departure 2	53.27	9999.00	0	0	0	0
21	11	0.21	0.36	0.00	53.27	56.75	Arrival 1	53.49	53.99	2	1	1	0
22	11	0.89	0.00	0.00	53.49	56.75	Arrival 1	54.38	53.99	0	2	1	1
22	11	0.00	0.07	0.00	53.99	56.75	Departure 1	54.38	54.13	2	1	1	0
22	11	0.00	0.00	0.00	54.13	56.75	Departure 1	54.38	9999.00	0	0	0	0
23	11	3.32	0.53	0.00	54.38	56.75	Arrival 1	57.69	55.44	2	1	1	0
23	11	0.00	0.00	0.00	55.44	56.75	Departure 1	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	0.00	55.44	57.75	Arrival 2	57.69	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
23	11	0.00	0.00	0.38	55.44	58.13	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	1.48	55.44	59.61	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	1.63	55.44	61.25	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	0.61	55.44	61.85	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	0.29	55.44	62.15	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	0.84	55.44	62.98	Service 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
23	11	0.00	0.00	0.00	55.44	63.98	Departure 2	57.69	9999.00	0	0	0	0
24	12	1.05	0.56	0.00	57.69	63.98	Arrival 1	58.75	58.81	2	1	1	0
25	12	4.45	0.00	0.00	58.75	63.98	Arrival 1	63.19	58.81	0	2	1	1
25	12	0.00	1.09	0.00	58.81	63.98	Departure 1	63.19	61.00	2	1	1	0
25	12	0.00	0.00	0.00	61.00	63.98	Departure 1	63.19	9999.00	0	0	0	0
26	12	0.28	0.29	0.00	63.19	63.98	Arrival 1	63.47	63.76	2	1	1	0
27	12	0.38	0.00	0.00	63.47	63.98	Arrival 1	63.84	63.76	0	2	1	1
27	12	0.00	0.06	0.00	63.76	63.98	Departure 1	63.84	63.89	2	1	1	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
28	12	0.75	0.00	0.00	63.84	63.98	Arrival 1	64.60	63.89	0	2	1	1
28	12	0.00	0.32	0.00	63.89	63.98	Departure 1	64.60	64.54	2	1	1	0
28	12	0.00	0.00	0.00	64.54	64.54	Departure 1	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.00	64.54	65.54	Arrival 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.74	64.54	66.28	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.37	64.54	66.65	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.31	64.54	66.96	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.74	64.54	67.70	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.70	64.54	68.40	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.83	64.54	69.23	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	1.29	64.54	70.52	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	2.97	64.54	73.48	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	2.54	64.54	76.02	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.67	64.54	76.69	Service 2	64.60	9999.00	0	0	0	0
28	12	0.00	0.00	0.00	64.54	77.69	Departure 2	64.60	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
29	13	7.93	0.36	0.00	64.60	77.69	Arrival 1	72.53	65.32	2	1	1	0
29	13	0.00	0.00	0.00	65.32	77.69	Departure 1	72.53	9999.00	0	0	0	0
30	13	0.50	0.30	0.00	72.53	77.69	Arrival 1	73.03	73.12	2	1	1	0
31	13	2.58	0.00	0.00	73.03	77.69	Arrival 1	75.61	73.12	0	2	1	1
31	13	0.00	0.33	0.00	73.12	77.69	Departure 1	75.61	73.78	2	1	1	0
31	13	0.00	0.00	0.00	73.78	77.69	Departure 1	75.61	9999.00	0	0	0	0
32	13	0.26	0.25	0.00	75.61	77.69	Arrival 1	75.88	76.12	2	1	1	0
33	13	0.49	0.00	0.00	75.88	77.69	Arrival 1	76.37	76.12	0	2	1	1
33	13	0.00	0.17	0.00	76.12	77.69	Departure 1	76.37	76.46	2	1	1	0
34	13	5.65	0.00	0.00	76.37	77.69	Arrival 1	82.02	76.46	0	2	1	1
34	13	0.00	0.08	0.00	76.46	77.69	Departure 1	82.02	76.62	2	1	1	0
34	13	0.00	0.00	0.00	76.62	77.69	Departure 1	82.02	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
34	13	0.00	0.00	0.00	76.62	78.69	Arrival 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.72	76.62	79.41	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.86	76.62	80.27	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.39	76.62	80.67	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	2.71	76.62	83.37	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.59	76.62	83.96	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	1.21	76.62	85.17	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	1.10	76.62	86.27	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.57	76.62	86.84	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	1.22	76.62	88.07	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.83	76.62	88.89	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.92	76.62	89.81	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.22	76.62	90.03	Service 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
34	13	0.00	0.00	0.00	76.62	91.03	Departure 2	82.02	9999.00	0	0	0	0
35	14	1.97	0.42	0.00	82.02	91.03	Arrival 1	83.99	82.85	2	1	1	0
35	14	0.00	0.00	0.00	82.85	91.03	Departure 1	83.99	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
36	14	4.63	0.31	0.00	83.99	91.03	Arrival 1	88.62	84.60	2	1	1	0
36	14	0.00	0.00	0.00	84.60	91.03	Departure 1	88.62	9999.00	0	0	0	0
37	14	1.40	0.09	0.00	88.62	91.03	Arrival 1	90.02	88.79	2	1	1	0
37	14	0.00	0.00	0.00	88.79	91.03	Departure 1	90.02	9999.00	0	0	0	0
38	14	2.86	0.25	0.00	90.02	91.03	Arrival 1	92.89	90.52	2	1	1	0
38	14	0.00	0.00	0.00	90.52	91.03	Departure 1	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	0.00	90.52	92.03	Arrival 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	1.01	90.52	93.04	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	0.49	90.52	93.52	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	2.61	90.52	96.13	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	1.13	90.52	97.26	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	0.63	90.52	97.89	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	1.65	90.52	99.54	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	0.62	90.52	100.16	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
38	14	0.00	0.00	1.09	90.52	101.25	Service 2	92.89	9999.00	0	0	0	0



ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
38	14	0.00	0.00	0.00	90.52	102.25	Departure 2	92.89	9999.00	0	0	0	0
39	15	4.29	0.32	0.00	92.89	102.25	Arrival 1	97.18	93.53	2	1	1	0
39	15	0.00	0.00	0.00	93.53	102.25	Departure 1	97.18	9999.00	0	0	0	0
40	15	2.20	0.45	0.00	97.18	102.25	Arrival 1	99.38	98.09	2	1	1	0
40	15	0.00	0.00	0.00	98.09	102.25	Departure 1	99.38	9999.00	0	0	0	0
41	15	0.29	0.12	0.00	99.38	102.25	Arrival 1	99.66	99.62	2	1	1	0
41	15	0.00	0.00	0.00	99.62	102.25	Departure 1	99.66	9999.00	0	0	0	0
42	15	0.11	0.48	0.00	99.66	102.25	Arrival 1	99.78	100.63	2	1	1	0
43	15	6.17	0.00	0.00	99.78	102.25	Arrival 1	105.94	100.63	0	2	1	1
43	15	0.00	0.56	0.00	100.63	102.25	Departure 1	105.94	101.75	2	1	1	0
43	15	0.00	0.00	0.00	101.75	102.25	Departure 1	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.00	101.75	103.25	Arrival 2	105.94	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
43	15	0.00	0.00	0.39	101.75	103.64	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.49	101.75	104.13	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	1.09	101.75	105.22	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.45	101.75	105.67	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.88	101.75	106.56	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.71	101.75	107.27	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	1.42	101.75	108.69	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	1.41	101.75	110.09	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.31	101.75	110.40	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.89	101.75	111.29	Service 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
43	15	0.00	0.00	0.00	101.75	112.29	Departure 2	105.94	9999.00	0	0	0	0
44	16	11.42	0.21	0.00	105.94	112.29	Arrival 1	117.37	106.37	2	1	1	0
44	16	0.00	0.00	0.00	106.37	112.29	Departure 1	117.37	9999.00	0	0	0	0
44	16	0.00	0.00	0.00	106.37	113.29	Arrival 2	117.37	9999.00	0	0	0	0
44	16	0.00	0.00	3.71	106.37	117.00	Service 2	117.37	9999.00	0	0	0	0
44	16	0.00	0.00	2.51	106.37	119.50	Service 2	117.37	9999.00	0	0	0	0

ID	Kloter	IT	ST1	ST2	TM1	TM2	ET	AT1	DT1	K	sys1	SS	WL1
44	16	0.00	0.00	0.00	106.37	120.50	Departure 2	117.37	9999.00	0	0	0	0
45	17	4.93	0.10	0.00	117.37	120.50	Arrival 1	122.30	117.56	2	1	1	0
45	17	0.00	0.00	0.00	117.56	120.50	Departure 1	122.30	9999.00	0	0	0	0
45	17	0.00	0.00	0.00	117.56	121.50	Arrival 2	122.30	9999.00	0	0	0	0
45	17	0.00	0.00	0.42	117.56	121.92	Service 2	122.30	9999.00	0	0	0	0
45	17	0.00	0.00	0.89	117.56	122.81	Service 2	122.30	9999.00	0	0	0	0
45	17	0.00	0.00	0.00	117.56	123.81	Departure 2	122.30	9999.00	0	0	0	0



Lampiran 9. Tabel Hasil Simulasi Antrean (Lanjutan)

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
0	1	0	0	0	0.00	0.00
1	1	0	0	2	0.57	0.00
1	1	2	1	2	0.00	1.00
1	1	2	1	2	0.00	0.35
1	1	2	1	1	0.00	1.09
1	1	2	1	0	0.00	1.00
1	1	0	0	0	0.61	0.00
2	2	0	0	2	0.90	0.00
3	2	0	0	2	0.36	0.00
4	2	0	0	2	0.25	0.00
4	2	0	0	4	0.06	0.00
4	2	0	0	6	0.38	0.00
4	2	6	1	6	0.00	1.00
4	2	6	1	6	0.00	1.06
4	2	6	1	5	0.00	0.73
4	2	6	1	4	0.00	0.29
4	2	6	1	3	0.00	0.27
4	2	6	1	2	0.00	0.52
4	2	6	1	1	0.00	0.47
4	2	6	1	0	0.00	1.00
4	2	0	0	0	4.44	0.00
5	3	0	0	2	0.19	0.00
5	3	2	1	2	0.00	1.00
5	3	2	1	2	0.00	0.69
5	3	2	1	1	0.00	1.12
5	3	2	1	0	0.00	1.00
5	3	0	0	0	10.07	0.00
6	4	0	0	2	0.27	0.00

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
6	4	2	1	2	0.00	1.00
6	4	2	1	2	0.00	0.33
6	4	2	1	1	0.00	0.51
6	4	2	1	0	0.00	1.00
6	4	0	0	0	2.94	0.00
7	5	0	0	2	0.31	0.00
8	5	0	0	2	0.05	0.00
8	5	0	0	4	0.75	0.00
8	5	4	1	4	0.00	1.00
8	5	4	1	4	0.00	0.22
8	5	4	1	3	0.00	1.34
8	5	4	1	2	0.00	1.50
8	5	4	1	1	0.00	1.43
8	5	4	1	0	0.00	1.00
8	5	0	0	0	1.14	0.00
9	6	0	0	2	0.17	0.00
9	6	2	1	2	1.92	0.00
10	6	2	0	4	0.10	0.00
10	6	4	1	4	0.00	1.00
10	6	4	1	4	0.00	0.43
10	6	4	1	3	0.00	1.94
10	6	4	1	2	0.00	1.30
10	6	4	1	1	0.00	0.25
10	6	4	1	0	0.00	1.00
10	6	0	0	0	3.69	0.00
11	7	0	0	2	0.38	0.00
11	7	2	1	2	3.21	0.00
12	7	2	0	4	0.88	0.00
13	7	2	0	4	0.85	0.00
13	7	2	0	6	0.19	0.00

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
13	7	6	1	6	0.00	1.00
13	7	6	1	6	0.00	0.48
13	7	6	1	5	0.00	1.04
13	7	6	1	4	0.00	0.96
13	7	6	1	3	0.00	1.00
13	7	6	1	2	0.00	0.54
13	7	6	1	1	0.00	0.54
13	7	6	1	0	0.00	1.00
13	7	0	0	0	3.98	0.00
14	8	0	0	2	0.26	0.00
15	8	0	0	2	0.11	0.00
15	8	0	0	4	0.57	0.00
15	8	4	1	4	0.00	1.00
15	8	4	1	4	0.00	0.51
15	8	4	1	3	0.00	0.58
15	8	4	1	2	0.00	0.57
15	8	4	1	1	0.00	0.79
15	8	4	1	0	0.00	1.00
15	8	0	0	0	4.67	0.00
16	9	0	0	2	0.64	0.00
16	9	2	1	2	0.00	1.00
16	9	2	1	2	0.00	1.58
16	9	2	1	1	0.00	0.83
16	9	2	1	0	0.00	1.00
16	9	0	0	0	1.02	0.00
17	10	0	0	2	0.20	0.00
17	10	2	1	2	2.05	0.00
18	10	2	0	4	0.15	0.00
19	10	2	0	4	0.04	0.00
20	10	2	0	4	0.23	0.00

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
20	10	2	0	6	0.59	0.00
20	10	2	0	8	0.34	0.00
20	10	8	1	8	0.00	1.00
20	10	8	1	8	0.00	0.31
20	10	8	1	7	0.00	0.90
20	10	8	1	6	0.00	0.50
20	10	8	1	5	0.00	0.82
20	10	8	1	4	0.00	0.36
20	10	8	1	3	0.00	0.72
20	10	8	1	2	0.00	0.57
20	10	8	1	1	0.00	0.43
20	10	8	1	0	0.00	1.00
20	10	0	0	0	3.73	0.00
21	11	0	0	2	0.21	0.00
22	11	0	0	2	0.50	0.00
22	11	0	0	4	0.15	0.00
22	11	4	1	4	0.24	0.00
23	11	4	0	6	1.06	0.00
23	11	6	1	6	0.00	1.00
23	11	6	1	6	0.00	0.38
23	11	6	1	5	0.00	1.48
23	11	6	1	4	0.00	1.63
23	11	6	1	3	0.00	0.61
23	11	6	1	2	0.00	0.29
23	11	6	1	1	0.00	0.84
23	11	6	1	0	0.00	1.00
23	11	0	0	0	2.26	0.00
24	12	0	0	2	1.05	0.00
25	12	0	0	2	0.07	0.00
25	12	0	0	4	2.19	0.00



ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
25	12	4	1	4	2.19	0.00
26	12	4	0	6	0.28	0.00
27	12	4	0	6	0.30	0.00
27	12	4	0	8	0.08	0.00
28	12	4	0	8	0.05	0.00
28	12	4	0	10	0.65	0.00
28	12	10	1	10	0.00	1.00
28	12	10	1	10	0.00	0.74
28	12	10	1	9	0.00	0.37
28	12	10	1	8	0.00	0.31
28	12	10	1	7	0.00	0.74
28	12	10	1	6	0.00	0.70
28	12	10	1	5	0.00	0.83
28	12	10	1	4	0.00	1.29
28	12	10	1	3	0.00	2.97
28	12	10	1	2	0.00	2.54
28	12	10	1	1	0.00	0.67
28	12	10	1	0	0.00	1.00
28	12	0	0	0	0.06	0.00
29	13	0	0	2	0.72	0.00
29	13	2	1	2	7.21	0.00
30	13	2	0	4	0.50	0.00
31	13	2	0	4	0.09	0.00
31	13	2	0	6	0.65	0.00
31	13	6	1	6	1.84	0.00
32	13	6	0	8	0.26	0.00
33	13	6	0	8	0.24	0.00
33	13	6	0	10	0.26	0.00
34	13	6	0	10	0.09	0.00
34	13	6	0	12	0.16	0.00

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
34	13	12	1	12	0.00	1.00
34	13	12	1	12	0.00	0.72
34	13	12	1	11	0.00	0.86
34	13	12	1	10	0.00	0.39
34	13	12	1	9	0.00	2.71
34	13	12	1	8	0.00	0.59
34	13	12	1	7	0.00	1.21
34	13	12	1	6	0.00	1.10
34	13	12	1	5	0.00	0.57
34	13	12	1	4	0.00	1.22
34	13	12	1	3	0.00	0.83
34	13	12	1	2	0.00	0.92
34	13	12	1	1	0.00	0.22
34	13	12	1	0	0.00	1.00
34	13	0	0	0	5.40	0.00
35	14	0	0	2	0.83	0.00
35	14	2	1	2	1.13	0.00
36	14	2	0	4	0.61	0.00
36	14	4	1	4	4.02	0.00
37	14	4	0	6	0.17	0.00
37	14	6	1	6	1.23	0.00
38	14	6	0	8	0.49	0.00
38	14	8	1	8	0.00	1.00
38	14	8	1	8	0.00	1.01
38	14	8	1	7	0.00	0.49
38	14	8	1	6	0.00	2.61
38	14	8	1	5	0.00	1.13
38	14	8	1	4	0.00	0.63
38	14	8	1	3	0.00	1.65
38	14	8	1	2	0.00	0.62



ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
38	14	8	1	1	0.00	1.09
38	14	8	1	0	0.00	1.00
38	14	0	0	0	2.37	0.00
39	15	0	0	2	0.64	0.00
39	15	2	1	2	3.65	0.00
40	15	2	0	4	0.91	0.00
40	15	4	1	4	1.29	0.00
41	15	4	0	6	0.24	0.00
41	15	6	1	6	0.05	0.00
42	15	6	0	8	0.11	0.00
43	15	6	0	8	0.85	0.00
43	15	6	0	10	1.12	0.00
43	15	10	1	10	0.00	1.00
43	15	10	1	10	0.00	0.39
43	15	10	1	9	0.00	0.49
43	15	10	1	8	0.00	1.09
43	15	10	1	7	0.00	0.45
43	15	10	1	6	0.00	0.88
43	15	10	1	5	0.00	0.71
43	15	10	1	4	0.00	1.42
43	15	10	1	3	0.00	1.41
43	15	10	1	2	0.00	0.31
43	15	10	1	1	0.00	0.89
43	15	10	1	0	0.00	1.00
43	15	0	0	0	4.19	0.00
44	16	0	0	2	0.42	0.00
44	16	2	1	2	0.00	1.00
44	16	2	1	2	0.00	3.71
44	16	2	1	1	0.00	2.51
44	16	2	1	0	0.00	1.00

ID	Kloter	sys2	SS2	WL2	BE1	BE2
44	16	0	0	0	11.00	0.00
45	17	0	0	2	0.19	0.00
45	17	2	1	2	0.00	1.00
45	17	2	1	2	0.00	0.42
45	17	2	1	1	0.00	0.89
45	17	2	1	0	0.00	1.00
45	17	0	0	0	0.00	0.00

